المكيفات المركزية

وتطبيقات الطاقة الشمسية فى عمليات التكييف

إعداد
م / أحمد عبد المتعال

مراجعة
م / صلاح عبد القادر

الكتاب: المكيفات المركزية وتطبيقات الطاقة الشمسية فى عمليات التكييف
المؤلف:م.أحمد عبد المتعال
رقم الطبعة : الأولى
تاريخ الإصدار : ٢٠٠٠/١٢/١٥ م

الناشر : مكتبة جزيرة الورد
رقم الإيداع : ٢٠٠١/٢٤١٥

مكتبة جزيرة الورد - المنصورة
تقاطع شارع الهادي وعبد السلام عارف
ت : ٠٠٢/٠٥٠/٣٥٧٨٨٢

المكيفات المركزية
وتطبيقات الطاقة الشمسية فى عمليات التكييف

بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت على وعلى والدي و أن أعمل صالحاً ترضاه وأصلح لي في ذريتي إني تبت إليك و إني من المسلمين .

صدق الله العظيم

شكر و تقدير

أتقدم بخالص الشكر **للدكتور / كمال طاهر عدرف** المحاضر بالكلية التقنية بالدمام على التعاون الصادق البناء في إعداد هذا الكتاب كما أتقدم بخالص الشكر **للمهندس / جمال أحمد إبراهيم** مدير الصيانة والتركيبات لأجهزة تكييف الغرف وأجهزة التكييف المركزية بشركة توشيبا بالمنطقة الشرقية بالسعودية .

وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن إعداد مثل هذا الكتاب بدون تعاون الشركات العالمية المنتجة لأجهزة التكييف المركزية أو مرفقاتها لذا أتوجه بالشكر للشركات التي قدمت لنا العديد من الأشكال والصور مثل : —

١- شركة الزامل بالمملكة العربية السعودية
٢- شركة الشارقة والكويت للصناعات المحدودة
٣- شركة يورك
٤- شركة كارير
٥- شركة جنرال الكتريك
٦- شركة وستنج هاوس
٧- شركة توشيبا
٨- شركة متسوبيشي
٩- شركة دانفوس
١٠- شركة كوبلاند
١١- شركة ناشيونال
١٢- شركة هانويل
١٣- شركة لاندر آند جاير
١٤- شركة ديفيد لأجهزة القياس
١٥- شركة أيرفلو لأجهزة القياس
١٦- شركة جولد ستار
١٧- شركة فكتور
١٨- شركة باركر
١٩- شركة جونسون
٢٠- شركة تكمسة

المؤلف

محتويات الكتاب

الباب الأول
أساسيات تكييف الهواء

أساسيات تكييف الهواء

١ – ١ عمليات تكييف الهواء

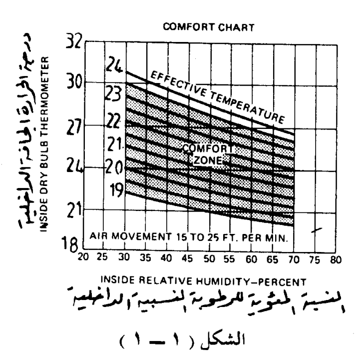
يمكن حصر العمليات التي تجرى عند تكييف الهواء فيما يلي :–

١–ترشيح الهواء الجوى من الأتربة .

٢– تحريك الهواء داخل المكان المكيف .

٣– تبريد الهواء إذا كانت درجة الحرارة المحيطة عالية أو تسخينه إذا كانت درجة الحرارة المحيطة منخفضة .

٤– زيادة الرطوبة إذا كانت الرطوبة المحيطة منخفضة أو تقليل الرطوبة إذا كانت الرطوبة فى المكان المحيط مرتفعة . والجدير بالذكر أن درجة الحرارة والرطوبة التي تريح الناس قد تختلف من شخص لآخر وبالتجارب تم التوصل إلى أن الناس ترتاح عند درجات الحرارة والرطوبة التي تقع فى منطقة الراحة والمعرفة من الشكل (١–١) والذي توصلت إليه الجمعية الأمريكية للتسخين والتبريد وتكييف الهواء ASHRAE .



الشكل (١ — ١)

وتجدر الإشارة إلى أن حركة الهواء من الأشياء التي تساعد على الراحة حيث أن سرعة الهواء المريحة يجب أن تتراوح مابين (4.5 :7.5 m/min) . ومن الخبرة العملية تختار درجة الحرارة الجافة الداخلية مابين(18 °C: 26 °C) وتختار الرطوبة النسبية مابين (30%: 70%) .

١ – ٢ أنواع أنظمة تكييف المباني

يوجد أربعة أنواع مختلفة لأنظمة تكييف المباني وهم كما يلي : ـــ

١ ـــ أجهزة تكييف تعمل بالتمدد المباشر Direct Expansion وهذه الأجهزة تعمــــل مباشرة بموائع التبريد الهيدروكربونية مثل : ـــ

أ ـــ مكيفات هواء الغرف نوع النافذة .

ب ـــ مكيفات هواء الغرف المجزأة الصغيرة .

ج ـــ المكيفات المجمعة ذات النفخ الحر .

د ـــ المكيفات المجمعة ذات المجاري .

هـ ـــ مكيفات الهواء المجزأة ذات النفخ الحر .

و ـــ مكيفات الهواء المجزأة ذات المجاري .

٢ـــ أنظمة تكيف تتعامل مع الهواء فقط All-Air Systems مثل : ـــ

أ ـــ أنظمة التكييف ذات مجرة الهواء الواحد Single Duct Systems.

ب ـــأنظمة التكييف ذات مجرتى الهواء Dual Duct Systems.

ج ـــ أنظمة التكييف المتعددة المناطق Multi Zone Systems .

د ـــ أنظمة التكييف ذات حجم الهواء المتغير AVA Systems.

٣ـــ أنظمة تكييف تتعامل مع الهواء والماء Water & Air Systems مثل : ـــ

أ ـــ أنظمة التكييف المزودة بوحدات حث Induction Unit Systems.

ب ـــ أنظمة التكييف المزودة بوحدات حث مع إعادة تسخين Induction & Reheat Systems .

ج ـــ أنظمة التكييف المزودة بوحدات إعادة تسخين Reheat Systems .

د ـــ أنظمة التكييف المزودة بوحدة ملف ومروحة للغرف مع هواء ابتدائــــي Fun & Coil Unit With Primary Air Systems.

٤ــ أنظمة تكييف تتعامل مع الماء فقط All-Water System مثل : ــ

أنظمة تكييف مزودة بملف ومروحة Fun & Coil unit Systems .

١ ــ٣ العناصر الأساسية في أنظمة التكييف المركزية

وتتواجد أنظمة التكييف المركزية العاملة بالهواء والعاملة بالماء والعاملة بالماء والهواء بسعات تبريدية تبدأ من 25 طن تبريد وتصل إلى عدة آلاف من أطنان التبريد .

وتتكون أجهزة التكييف المركزية بصفة عامة من مجموعة من العناصر الأساسية مثل : ــ

مثلج الماء.	Water Chiller
الغلاية.	Boiler
وحدات مناولة الهواء.	AHU
أبراج التبريد.	Cooling Tower

ويتم تجميع هذه العناصر في الموقع وذلك في البدروم أو في السطح ويصل مدة تركيب أي نظام تكييف مركزي ما بين عدة شهور وتصل أحيانا إلى سنة أو أكثر في المباني الشاهقة ، ويقوم باختيار عناصر أجهزة التكييف المركزية مهندسين أكفاء يعملون في هذا المجال أما فنيين الصيانة فيكونوا لهم دراية عالية بالعناصر المختلفة لهذه الأنظمة وطرق تشغيلها وصيانتها .

والشكل (١ ــ ٢) يبين الأجزاء الأساسية لمحطة توليد الماء المثلج Chilled Water والماء الساخن Hot Water.

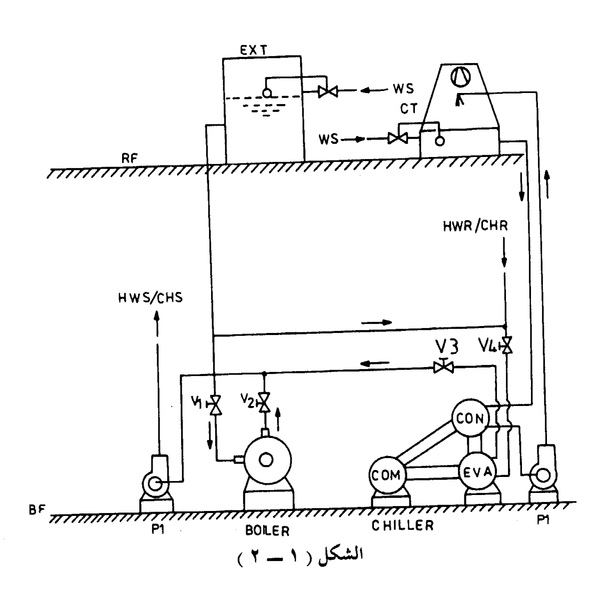
حيث أن : ــ

مثلج الماء.	Chiller	المبخر	EVA
الغلاية.	Boiler	المكثف	CON
برج التبريد.	C T	خزان التمدد.	EXT
مضخات.	P1,P2	مصدر الماء العمومي.	WS
صمامات.	V1,V2,V3,V4	ماء الإمداد المثلج.	CHS

الضاغط . COM — الماء المثلج الراجع. CHR

ماء الإمداد الساخن. HWS — الماء الراجع الساخن. HWR.

السطح. RF — البدروم BF



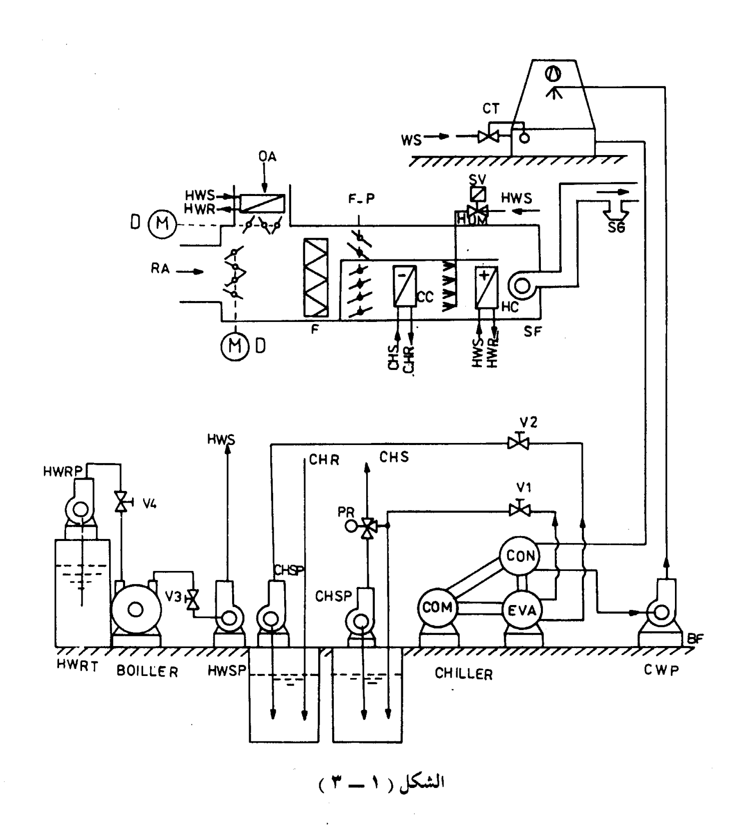
الشكل (١ — ٢)

و يقوم مثلج الماء بإنتاج ماء مثلج درجة حرارته تتراوح ما بين (4.5 °C :7°C) ، في حين تقوم الغلاية بإنتاج ماء ساخن درجة حرارته (82 °C : 93 °C) ، ففي فصل الصيف يفتح كلا من V3,V4 ويغلق V1,V2 ويتم تشغيل مثلج الماء Chiller ومضخة تدوير الماء المثلج P1 ومضخة تدوير ماء تبريد المكثف P2، وفي فصل الشتاء يفتح كلا من : — V1,V2 ويغلق V3,V4 ويتم تشغيل الغلاية Boiler و مضخة تدوير الماء الساخن P1. ويعمل خزان التمدد EXT بتغذية الغلاية بالماء القادم من مصدر الماء العمومي WS.

والشكل (١ ــ ٣) يعرض العناصر المكونة لنظام تكييف مركزي بمجرة هواء واحدة .

حيث أن : ــ

مثلج الماء	Chiller	الضاغط	COM
الغلاية	Boiler	المبخر	EVA
برج التبريد	CT	صمامات يدوية	V1:V4
وحدة مناولة الهواء	AHU	الهواء الراجع	RA
مضخة ماء تبريد المكثف	CWP	الهواء الجوي	OA
مضخة تغذية الماء المثلج الراجع	CHRP	سخان قبلي	PRH
مضخة تغذية الماء الساخن	HWSP	المرطب	HUM
مضخة تغذية الماء المثلج	HWRP	صمام كهربي	SV
خزان تغذية الماء المثلج	CHST	ملف تبريد	CC
خزان الماء المثلج	CHRT	ملف التسخين	HC
خزان الماء الساخن الرجع	HWRT	خانق المسار الوجهي والمسار البديل	F-P
صمام ضبط الضغط	PR	مروحة الإمداد	SF
ماء الإمداد المثلج	CHS	منفذ تغذية في إحدى الغرف	SG
الماء المثلج الراجع	CHR	الماء الساخن	HW
ماء الإمداد الساخن	HWS	البدروم	BF
الماء الساخن الراجع	HWR	السقف	RF
المكثف	CON	دامبر	D


CT
WS
OA
HWS
HWR
D
M
F-P
SV
HWS
HUM
SG
RA
F
CC
HC
SF
CHS
CHR
HWS
HWR
V2
HWS
CHR
CHS
HWRP
V4
PR
V1
CON
CHSP
V3
CHSP
COM
EVA
BF
HWRT
BOILLER
HWSP
CHILLER
CWP

الشكل (١ ــ ٣)

يقوم مثلج الماء بإنتاج ماء مثلج درجة حرارته تتراوح ما بين (4.5:7 °C)وبواسطة مضخـــة تدوير هذا الماء المثلج CHSP يتم تدوير هذا الماء المثلج فى ملف التبريد C Cفى وحدة مناولـــة الهواء AHUويعود الماء المثلج من وحدة مناولة الهواء بزيادة فى درجة الحرارة تصـــل إلى 5.5 °C إلى المثلج بواسطة مضخة تدوير الماء المثلج الراجع CHRPأما فى الشتاء فتقوم الغلايـــة Boiler بتوليد ماء ساخن درجة حرارته تتراوح ما بين (82:93 °C) وتقوم مضخة تدوير الماء الســـاخن HWSP بتدوير هذا الماء فى ملف التسخين HC بوحدة مناولة الهواء AHU علما بأنه يمكـــن استخدام الغلاية ومثلج الماء فى نفس الوقت حيث أنه فى المباني الكبيرة قد تحتاج إلى تبريد لبعـــض المناطق وتسخين لبعض الأماكن ، أما الماء المستخدم فى تبريد مكثف مثلج الماء فيتم ضخه عنـــد درجة حرارة 35 C° إلى برج التبريد حيث يتم خفض درجة حرارته فى برج التبريد إلى حـــوالي 29.5 C° ويعمل المسار البديل الموجود فى برج التبريد على التحكم فى درجة حرارة الماء الراجـــع إلى المكثف تبعا للتغير في درجة حرارة الهواء الجوي بحيث لا تقل بـــأي حـــال مـــن الأحـــوال عن (21 °C) . أما وحدة مناولة الهواء AHUفيختلف تركيبها باختلاف نوع التطبيق وعـــادة هي تتكون من : —

١ ـــ ملف ماء مثلج .

٢ ـــ ملف ماء ساخن أو بخار ماء .

٣ ـــ مزيد للرطوبة Humidifier.

٤ ـــ مرشح .

٥ ـــ دامبرات من نوع الممر الجانبي والوجهي Face And By Pass Damper .

٦ ـــ صندوق خلط بدامبرات للتحكم في سعة خلط الهواء الراجع والهواء الجوي .

٧ ـــ مراوح إمداد ومراوح للراجع .

ويستخدم ملف التسخين القبلي Preheaterعند الحاجة لكمية كبيرة من الهـــواء الجـــوي والذي تكون حرارته أقل من 0 °C .

وتعمل دامبرات الممر الجانبي والوجهي بالتحكم في إمرار كل أو جزء من الهـــواء المخلـــوط والمرشح والمسخن مبدئيا على ملف التبريد ثم قسم مزيد الرطوبة ثم ملف التسخين ،ثم بعد ذلـــك تقوم مروحة الإمداد بدفع الهواء المكيف إلى المناطق المطلوب تكييفها . وتتم عمليـــة التحكـــم في أنظمة التكييف المركزي أما كهربيا أو هوائيا Pneumatic أو إلكترونيا أو بأجهزة تحكم مبرمج أو بكل هذه الأنظمة معا وسوف نتناول ذلك بالتفصيل فيما بعد .

١ ــ ٤ استخدامات أنظمة التكييف المختلفة

الجدول(١ ــ١)يعرض أهم استخدامات أنظمة التكييف المختلفة .

الجدول(١ ــ ١)

النوع	الاستخدام
مكيفات هواء الغرف	الغرف السكنية ــ المحلات التجارية الصغيرة ــ المكاتب
المكيفات المجمعة ذات النفخ الحر	المحلات التجارية المتوسطة والكبيرة ــ المطاعم ــ المصانع المكاتب المتوسطة والكبيرة ــ غرف الكومبيوتر
المكيفات المجمعة ذات مجارى الهواء	الغرف السكنية ــ المحلات التجارية المتوسطة والكبيرة ــ المطاعم والمصانع ــ المكاتب ــ غرف الكومبيوتر
أنظمة التكييف المتعددة المناطق	المطاعم ــ المسارح ــ المكاتب ــ المستشفيات ــ استوديوهات الراديو والتليفزيون ــ المعامل
أنظمة التكييف ثنائية المجرى	المكاتب ــ المستشفيات ــ المدارس
أنظمة التكييف ذات حجم الهواء المتغير	الأسواق المركزية ــ المكاتب ــ المستشفيات ــ المدارس ــ غرف الكومبيوتر
أنظمة التكييف المزودة بوحدات حث	الفنادق ــ المكاتب ــ المستشفيات
أنظمة التكييف المزودة بوحدات حث مع إعادة التسخين	المكاتب ــ المستشفيات ــ المدارس ــ المعامل

تابع الجدول(١-١)

النوع	الاستخدام
أنظمة التكيف المزودة بوحدات إعادة تسخين	المطاعم ــ المستشفيات ــ المدارس ــ استوديوهات الراديو والتليفزيون ــ المعامل ــ غرف الكومبيوتر
أنظمة التكييف ذات وحدة الملف والمروحة مع هواء ابتدائي	الأسواق المركزية ــ الفنادق ــ المكاتب ــ المستشفيات ــ المدارس
أنظمة التكييف ذات وحدات الملف والمروحة	الغرف السكنية ــ الفنادق

١ ــ ٥ وحدات القياس

قبل أن نتعرض لوحدات القياس المختلفة والمستخدمة في مجال التكييف هناك بعض المضاعفات والأجزاء الرياضية التي تستخدم أحيانا مع وحدات القياس وهى في الجدول (١ ــ ٢).

الجدول(١ ــ ٢)

المضاعف بالعربية	المضاعف بالإنجليزية	الرمز	القيمة	الجزء بالعربية	الجزء بالإنجليزية	الرمز	القيمة
جيجا	Gega	G	10^9	ملى	Mili	m	10^{-3}
ميجا	Mega	M	10^6	مايكرو	Micro	μ	10^{-6}
كيلو	Kilo	k	10^3	نانو	Nano	n	10^{-9}
				بيكو	Pico	P	10^{-12}

وتختلف وحدات القياس من دولة لأخرى تبعا لنظام الوحدات المستخدمة فيها وفيما يلي أهم هذه الأنظمة :

١ـ النظام البريطاني :

ويستخدم في هذا النظام الوحدات التالية :

الطول : وحدة الياردة (yd) ويشتق منها القدم والبوصة

الكتلة : وحدة الرطل (I b) ويشتق منها الأونصة

الزمن : وحدة الثانية (S)

درجة الحرارة : الفهرنهيت (°F)

كمية الحرارة : وحدة الحرارة البريطانية(BTU)

٢ـ النظام المتري (MKS)

ويستخدم في هذا النظام الوحدات التالية :

الطول : وحدة المتر (m)

الكتلة : وحدة الكيلو جرام (Kg)

الزمن : وحدة الثانية (S)

درجة الحرارة : الدرجة المئوية (°C) والكلفن (°K) للمطلقة

كمية الحرارة : وحدة الكيلو كالورى (Kcal)

٣ـ النظام العالمي (S I units)

أشتق النظام العالمي من النظام المتري ويستخدم هذا النظام الوحدات التالية :

الطول : وحدة المتر (m)

الكتلة : وحدة الكيلو جرام (Kg)

الزمن : وحدة الثانية (S)

درجة الحرارة : وحدة الكلفن (°K)

التيار الكهربي : وحدة الأمبير (A)

شدة الإضاءة : وحدة الشمعة (c d)

واشتقت بعض الوحدات الجديدة لقياس كمية الحرارة وهى الكيلو جول (K J) ووحـــدة البار (bar) لقياس الضغط .

١ ــ ٦ خواص الهواء

هناك بعض الكميات المستخدمة لدراسة خواص الهواء مثل :

درجة الحرارة الجافة (D B) — درجة الحرارة الرطبة (W B) -الحجـــم النوعـــي — الرطوبة — الرطوبة النسبية -الضغط المقاس — الضغط المطلق — الضغط الجوى -المحتوى الحراري لوحدة الأوزان (الإنثالبيا) .

١ — ٦ — ١ درجة الحرارة Temperature

تقاس درجة الحرارة بالترمومتر الزجاجي والذي يستخدم فيه الزئبق أو الكحول اللذان يتأثران بسرعة لأي تغير فى درجة الحرارة وهناك أنواع مختلفة من الترمومترات تناســب مجـــال القيـــاس المستخدمة فيه ولمعايرة الترمومتر استخدمت درجة حرارة انصهار الثلج ودرجة حرارة غليان المـــاء وذلك عند الضغط الجوى . وتستخدم درجة الحرارة المئوية C ^{o} فى النظام المتري ودرجة الحـــرارة الكلفن K ^{o} فى النظام العالمي ودرجة الحرارة الفهرنهيت F ^{o} فى النظام الإنجليزي وفيما يلي العلاقة بين هذه الوحدات :

$$^{o}F = 1.8\ ^{o}C + 32$$
$$^{o}K = ^{o}C + 273$$

علماً بأن درجة حرارة تجمد الماء هي $0\ ^{o}C$ أو $273\ ^{o}K$ أو $32\ ^{o}F$ ودرجة حرارة غليان الماء هي $373\ ^{o}K$ و $100\ ^{o}C$ و $212\ ^{o}F$ وعند قياس درجة حرارة الهواء يستخدم أحد المصطلحـــين التاليين

– **درجة الحرارة الرطبة Wet Bulb Temperature (WB)**

وهى درجة حرارة الهواء المقاسة بترمومتر انتفاخه الزئبقي محاط بقطعة قطن مبللة بالماء النقـــي وتتأثر درجة الحرارة الرطبة بالرطوبة النسبية للهواء .

– **درجة الحرارة الجافة Dry Bulb Temperature (DB)**

وهى درجة حرارة الهواء المقاسة بترمومتر عادي وهى لا تتأثر بالرطوبة النسبية للهواء وعادة فإن درجة الحرارة الجافة أكبر من درجة الحرارة الرطبة للهواء الرطب .

١—٦—٢ الضغط Pressure

ينتج الضغط بفعل تأثير القوى عمودياً على وحدة المساحات ويقـــاس الضغـــط بوحـــدة الباسكـــال (Pa) فى النظام العالمي والمتري وتساوي (N/m^2) وهي وحـــدة صغـــيرة وعـــادة تستخـــدم وحدة (KPa) أى ($10^3 Pa$) وهناك وحدة مشتقة من الباسكال وهى البـــار (bar) وتساوي ($10^5\ Pa$) وفي النظام الإنجليزي تستخدم وحدة (PSI) أي (الرطل / بوصة مربعـــة) وهناك بعض المصطلحات المستخدمة عند قياس الضغط وهي :

١ــ الضغط المقاس (Pg) :-وهو الضغط المقاس بأجهزة قياس الضغط .

٢ــ الضغط الجوي (Pat) :-وهو ضغط الهواء علي سطح البحر ويعادل الضغط الناتج من عمود من الزئبق طوله (76 Cm) سم علي مساحة مقدارها ($1\ Cm^2$) سم مربع .

أي أن :

Pat = 76 Cm Hg	سم زئبق
Pat = 760 mm Hg	ملي متر زئبق
Pat = 29.6 in Hg	بوصة زئبق
Pat = 1.01325 bar	بار
Pat = 14.692 psi	رطل/بوصة مربعة

٣ ــ الضغط المطلق (Pab):- ويساوي مجموع الضغط المقاس والضغط الجوي أي أن :

$$[pab = pat + pg]$$

مثال ١ : ــ إذا كان الضغط المقاس يساوي 4bar فإن الضغط المطلق يساوي

$$[pab = pat + pg]$$
$$= 1.01325 + 4 = 5.01325 bar$$

١ ــ ٦ ــ ٣ الرطوبة والرطوبة النسبية

Humidity and Relative Humidity

تعرف الرطوبة بأنها وزن بخار الماء الموجود في المتر مكعب من الهواء وتعرف الرطوبة النسبية بأنها النسبة بين وزن بخار الماء الموجود في المتر المكعب من الهواء إلى وزن بخار الماء اللازم لتشبع المتر مكعب من الهواء عند نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة . والجدير بالذكر أن مقدرة الهواء على حمل بخار الماء تزداد بزيادة درجة الحرارة أي بزيادة وزن بخار الماء بـ Kg لكل Kg من الهواء .

مثال ٢ : ــ محتوى الهواء من الرطوبة عند رطوبة نسبية 100% ودرجة حرارة 18 °C يساوي 0.013 Kg/Kg في حين أن محتوى الهواء من الرطوبة عند رطوبة نسبية 100% ودرجة حرارة 31 °C يساوي 0.029 Kg/Kg.

١ ــ ٦ ــ ٤ المحتوى الحراري Heat Content

يعرف المحتوى الحراري Q بأنه مجموع كلا من الحرارة المحسوسة Q_S والحرارة الكامنة Q_L

$$Q = Q_S + Q_L$$

– **الحرارة المحسوسة Sensible Heat: —** هي الحرارة التي تؤدي إلى تغير درجة حـــرارة الهواء على إبقاء نسبة الرطوبة ثابتة أي أن الحرارة الجافة DB تتغير والنسبة المئوية للرطوبـــة SH تكون ثابتة .

– **الحرارة الكامنة Latent Heat: —** وهي الحرارة التي تؤدي إلى تغير نســـبة الرطوبـــة للهواء مع بقاء درجة الحرارة ثابتة أي أن الحرارة الجافة DBتكون ثابتة والنسبة المئوية للرطوبـــة SHتتغير . ويطلق على المحتوى الحرارة لوحدة الأوزان بالإنثالبيا Enthalpyويكـــون بوحـــدة KJ/Kgفي النظام العالمي أو Kcal/Kgفي النظام المـــتري أو بوحـــدة BTU/hr في النظـــام الإنجليزي .

مثال : — عند وضع كتلة من الثلج في وعاء على موقد ساخن ووضع ترمومتر لقراءة درجـة الحرارة نجد أن الثلج يبدأ بالذوبان مع عدم حدوث تغير في درجة الحرارة وهذا يعني أن الحرارة التي أضيفت إلى الثلج قامت بتغير حالة الثلج من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة مع ثبات درجة الحرارة وتسمى هذه الحرارة بالحرارة الكامنة للانصهار وبعد أن يتحول كل الثلج إلى ماء تبـــدأ درجـــة حرارة الماء في الارتفاع وهذا يعني أن الحرارة التي أضيفت بعد ذوبان كل الثلج قامت برفع درجـة حرارة الماء مع ثبات حالة الماء في الحالة السائلة وتسمى هذه الحرارة بالحرارة المحسوسة حتى درجة حرارة الماء إلى 100 °C في هذه الحالة يبدأ الماء في التحول إلى بخار ماء مع ثبات درجة الحـــرارة وهذا يعني أن الحرارة التي أضيفت إلى الماء بعد وصول درجة الحرارة إلى 100 °C قـــامت بتغـــير حالة الماء من الحالة السائلة إلى الحالة البخارية مع ثبات درجة الحرارة وهذه الحرارة هي الحـــرارة الكامنة للتبخير .

١ — ٦ — ٥ الكثافة والحجم النوعي Density and Specific Volume

تعرف الكثافة بأنها وزن وحدة الحجوم أي أن : —

الكثافة = وزن حجم معين من الهواء / حجم الهواء

ويعرف الحجم النوعي بأنه حجم وحدة الأوزان أي أن : —

الحجم النوعي = حجم وزن معين من الهواء / وزن الهواء

وهذا يعنى أن الحجم النوعي هو مقلوب الكثافة

مثال ١ : — الحجم النوعي للهواء الجاف عند رطوبة نسبية 10% ودرجة حرارة 26 °C هو

(0.85 K j / Kg) في حين أن الحجم النوعي للهواء الجاف عند رطوبة نسبية 10% ودرجة حرارة 42 °C هو ($0.9 m^3$ / Kg) .

والحجم النوعي للهواء الجاف عند رطوبة نسبية 100% ودرجة حرارة 26 °C هو (0.875 m^3 / Kg). والحجم النوعي للهواء الجاف عند رطوبة نسبية 45% ودرجة حرارة 42% هو ($0.925 m^3$/Kg) أي أن الحجم النوعي يزداد بزيادة درجة الحرارة الجافة عند ثبات الرطوبة النسبية في حين يقل بزيادة الرطوبة مع ثبات درجة الحرارة الجافة .

الباب الثاني
الخريطة السيكرومترية

الخريطة السيكرومترية

٢ ــ ١ الخريطة السيكرومترية

هذه الخريطة تدرس الخواص المختلفة للهواء وتعتبر أداة ممتازة لتعين المحتوى الحراري في الهــواء ومعرفة العلاقة بين متغيرات كثيرة دون الدخول في حسابات معقدة للهواء مثل :

١ ــ درجة الحرارة الجافة DB

٢ ــ درجة الحرارة الرطبة WB

٣ ــ الرطوبة النسبية RH%

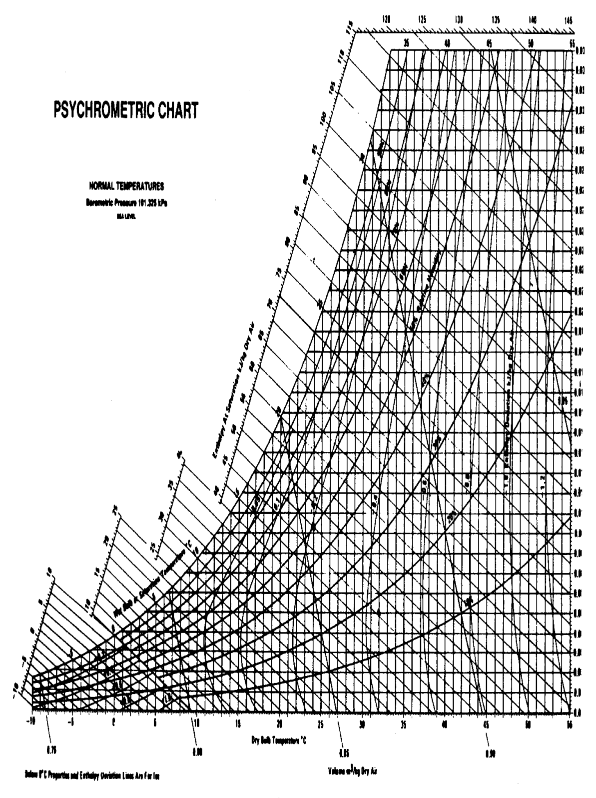
٤ ــ معامل الحرارة المحسوسة SH

٥ ــ محتوى الرطوبة Moisture Content

٦ ــ الحجم النوعي Specific Volume

٧ ــ انثالبى الهواء الجاف Enthalpy

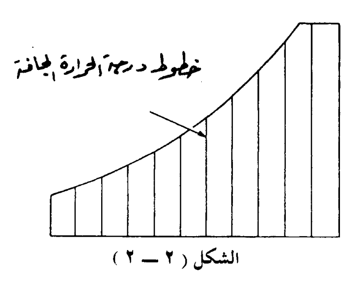
والشكل (٢ ــ ١) يعرض الخريطة السيكرومترية بالوحدات المترية (شركة Carrier) .


PSYCHROMETRIC CHART
NORMAL TEMPERATURES
Dry Bulb Temperature °C
Volume m³/kg Dry Air
Below 0°C Properties and Enthalpy Deviation Lines Are For Ice
-10
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
0.75
0.80
0.85
0.90

الشكل(٢-١)

أولاً : ــ درجة الحرارة الجافة DB

تكون خطوط درجة الحرارة الجافة رأسية كما هو مبين بالشكل (٢ ــ ٢) .

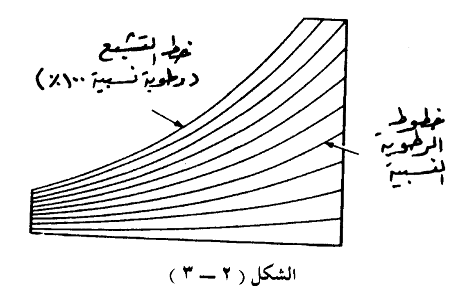


الشكل (٢ ــ ٢)

ثانياً : ــ خط التشبع وخطوط الرطوبة النسبية

خط التشبع هو الخط الذي تكون عنده الرطوبة النسبية للهواء 100% و لا يستطيع الهــــواء حمل المزيد من الماء عن وزن بخار الماء في الهواء الجــاف Moisture Content Kg/Kg Dry Airوالمعين من خط التشبع .

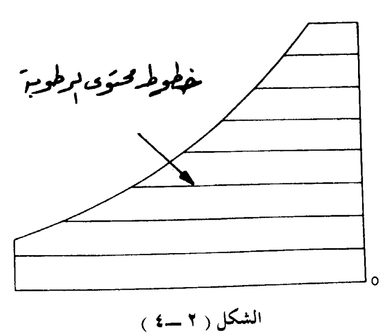
أما خطوط الرطوبة النسبية والتي تتراوح ما بين 90%: 0% 1فمبينه بالشكل (٢ ــ ٣) .



الشكل (٢ ــ ٣)

ثالثاً : ــ محتوى الرطوبة Moisture Content

وتكون خطوطها أفقية وهي تعطي وزن بخار الماء بوحدة Kg لكل Kg من الهواء الجـــاف كما بالشكل (٢ ــ ٤) علماً بأن نقطة تقاطع خطوط محتوى الرطوبة مع خط التشبع (رطوبـة نسبية 100%) يعطي نقطة الندى DP وهي درجة الحرارة التي عندها يبدأ بخار الماء في الهـــواء بالتكاثف .



الشكل (٢ ــ ٤)

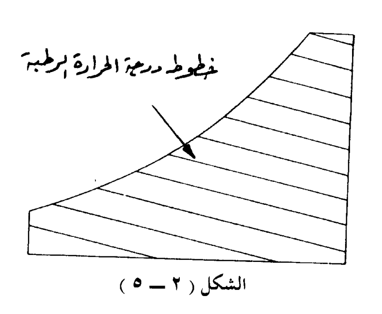
رابعاً : ــ معامل الحرارة المحسوسة (SH) Sensible Heat Factor :

وتمثل خطوط معامل الحرارة المحسوسة بخطوط أفقية تنطبق على خطوط محتوى الرطوبة وتعطي كنسبة مئوية وتكتب على أقصى اليمين حيث أن : ــ

معامل الحرارة المحسوسة = (الحرارة المحسوسة / المحتوى الحراري) × 100 .

خامساً : ــ درجة الحرارة الرطبة (WB)

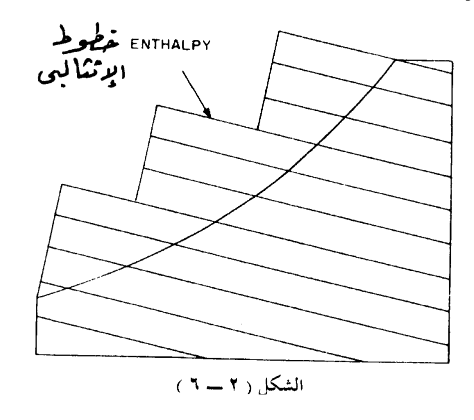
وتمثل بخطوط قطرية كما بالشكل (٢ ــ ٥) ويدون عليها قيم درجة الحرارة الرطبة عنـــد خط التشبع (رطوبة نسبية 100%) .



الشكل (٢ ـــ ٥)

سادساً : ـــ المحتوى الحراري لوحدة الأوزان (الانثالبي) Enthalpy

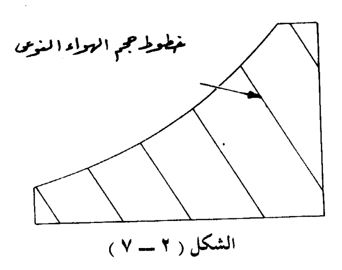
تنطبق الخطوط القطرية للرطوبة النسبية مع خطوط الانثالبي بوحدة kJ/Kg ويعطي الانثالبي عند تشبع الهواء الجاف كما بالشكل (٢ ـــ ٦) .



الشكل (٢ ـــ ٦)

سابعاً : ـــ حجم الهواء النوعي Volume air

ويقاس الحجم النوعي بوحدة m^3/Kg وهي تعطي حجم الهواء الرطب لكل كيلو جرام من الهواء الجاف وخطوط حجم الهواء النوعي تكون قطرية والمسافة بين كل خطين متجاورين بعيدة كما بالشكل (٢ ـــ ٧) .



الشكل (٢ ـــ ٧)

٢ ـــ ٢ استخدام الخريطة السيكرومترية

عند معرفة أي أثنين من الخواص السابقة الذكر يمكن تعيين باقي الخواص .

مثال١ : ـــ إذا كان الهواء الموجود بغرفة داخل منزل درجة حرارته الجافة DB تساوي 35°C ورطوبته النسبية 50% أوجد كلا من الأنثالبي ـــ محتوى الرطوبة ـــ درجة الحرارة الرطبة ـــ معامل الحرارة المحسوسة ـــ الحجم النوعي وذلك من الخريطة السيكرومترية .

الإجـــابة:ـ

Enthalpy = 80KJ/Kg
Moisture content = 0.0176 Kg/ Kg Dry Air
Wet Temperature =26 °C
Sensible Heat Factor=0.62
Specific Volume = 0.87

أي أن الحرارة المحسوسة تساوي:ـ

Sensible Heat = Sensible Heat factor x Enthalpy
= 80 x .62 = 49.6k j / kg

وتكون الحرارة الكامنة مساوية

Latent heat = Enthalpy - sensible heat
= 80 - 49.6=30.4 kJ/kg

مثال : ــ المطلوب إيجاد الحرارة المزالة من $5m^3/S$ من الهواء يمر على ملف تبريد إذا كانت درجة حرارة دخول الهواء الجافة $30\ ^oC$ ودرجة الحرارة الرطبة $20\ ^oC$ وكانت درجة حرارة خروج الهواء الجافة $15\ ^oC$ ودرجة حرارة خروج الهواء الرطبة $12\ ^oC$.

الإجـــابة:-

يمكن تحديد نقطة الدخول B والتي لها درجة حرارة جافة $30\ ^oC$ والرطبة $20\ ^oC$ وكذلك تحديد نقطة الخروج A والتي لها درجة حرارة جافة $15\ ^oC$ ودرجة حرارة رطبة $12\ ^oC$ على الخريطة السيكرومترية كما بالشكل (٢ ــ ٨)

وبالتالي فإن :

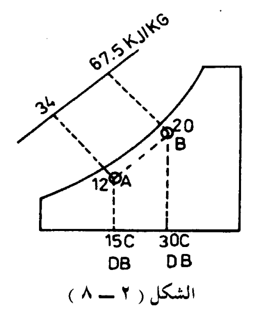
$H_A = 34$ KJ/Kg
$H_B = 67.5$ KJ/Kg
$V_A = 0.875$ m3/Kg
$V_B = 0.83$ m3/Kg

وبالتالي فأن الحرارة المطلوبة إزالتها تساوي

$$H = \overline{V}\left(\frac{H_B}{V_B} - \frac{H_A}{V_A}\right)$$

$$= 5\left(\frac{67.5}{0.83} - \frac{34}{0.875}\right)$$

$$= 201.8KW$$



الشكل (٢ ــ ٨)

حيث أن : ــ

المحتوى الحراري لوحدة الأوزان (الانثالبي)	H_A ,H_B
الحجم النوعي	V_A, V_B
الحرارة المزالة	H
حجم الهواء المتدفق في الثانية	$\overline{V}$

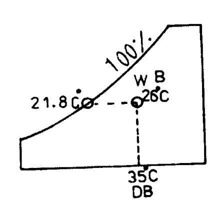
مثال٣ : ــ المطلوب إيجاد نقطة الندى Dew Point إذا كانت درجة حرارة الهواء الداخل الجافة $35\ ^oC$ والرطبة $26\ ^oC$.

الإجـــابة:-

عند توقيع هذه النقطة على الخريطة السيكرومترية فنجد أن الرطوبة النسبية لهذا الهواء تساوي 50% ويعمل امتداد أفقي لهذه النقطة حتى يتقاطع مع خط التشبع (رطوبة نسبية) 100%

فنحصل على نقطة الندى وعندها تكون درجة حـــرارة الندى (درجة الحرارة الرطبة) تساوي 21.8 °C وهـــذا مبين بالشكل (٢ ــ ٩) .

مثال ٤ : ـــ إذا كانت درجات حرارة دخول الهــواء لملف تبريد وـــكذلك خروجه كما بالجدول(٢-١)



الشكل (٢ ــ ٩)

الجدول(٢-١)

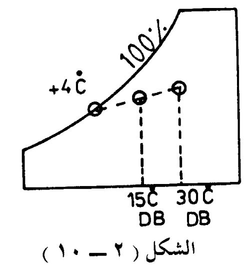
درجة الحرارة	خروج الهواء	دخول الهواء
درجة الحرارة **WB**	15 °C	30 °C
درجة الحرارةDB	12 °C	20 °C

المطلوب إيجاد نقطة الندى لملف التبريد (وهي درجة حرارة سطح الملف) .

الإجــــابة:-

يتم توقيع نقطة الدخول والخروج على الخريطة السيكرومترية ثم يمد الخط الواصل بينهما حــتى يلتقي بخط التشبع فنحصل على نقطة الندى كما في الشكل (٢ ــ ١٠) وعندها تكون درجــة حرارة الندى (درجة الحرارة الرطبة) مســـاوية +4 °C .

مثال ٥ : ـــ المطلوب إيجاد درجات الحرارة الجافة والرطبة لمخلوط من الهـــواء الخـــارجي والهواء الراجع إذا كان لهما المواصفات المبينـــة بالجدول (٢-٢).



الشكل (٢ ــ ١٠)

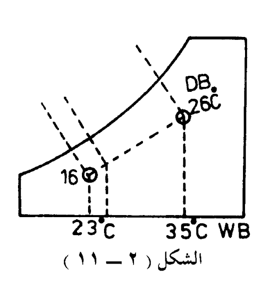
الجدول (٢-٢)

الخواص	هواء راجع	هواء خارجي
درجة الحرارة DB	23	35
درجة الحرارة WB	16	26
معدل تدفق (m^3/s)	4	1

الإجـــــابة:-يلاحظ النسبة بين الهواء الراجـع والهواء الخارجي تساوي 1:4 لذلك نقوم بتوقيـــع نقطة الهواء الراجع والهواء الخارجي على الخريطـــة السيكرومترية ثم نقسم الخط الواصل على 5 وتكون نقطة المخلوط هي النقطة التي بعد قسم واحد مـــن الهواء الراجع وعندها فإن :

DB=25.5 °C
WB=18.2 °C
RH=50%

وهذا الشكل مبين بالشكل (٢ ــ ١١) .



الشكل (٢ ــ ١١)

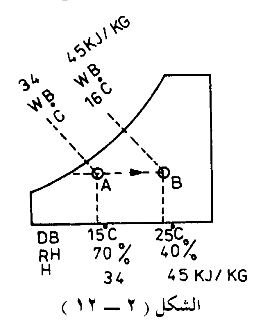
٢ ــ ٣ تمثيل عمليات التكييف البسيطة على الخريطة السيكرومترية

٢ ــ ٣ ــ ١ عملية التدفئة بدون ترطيب (تسخين محسوس)

Heating Without Humidification

عند مرور هواء على ملف التسخين بـــدون إضافة بخار ماء فإن درجة الحرارة الجافة ستزداد وتقل الرطوبة النسبية وتزداد درجـــة الحـــرارة الرطبة ويزداد المحتوى الحراري لوحـــدة الأوزان (الإنثالبيا) والشكل (٢ ــ ١٢) يعـــرض مثال لعملية تدفئة بدون ترطيب .

والجدول (٢-٣) يبين الخواص الفنية للـهواء الداخل والخارج .



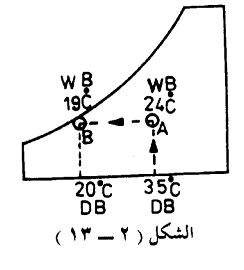
الشكل (٢ ــ ١٢)

الجدول (٢-٣)

الخواص	الهواء الداخل	الهواء الخارج
DB	15 °C	25 °C
WB	10 °C	16 °C
Enthalpy	34 KJ/Kg	45 KJ/Kg
RH	70%	40%

٢ ــ ٣ ــ ٢ عملية تبريد بدون إزالــــة رطوبة (تبريد محسوس)

Cooling Without Dehumidification



الشكل (٢ ــ ١٣)

عند مرور هواء ساخن على ملف تبريد فإن درجة الحرارة الجافة ستقل ودرجة الحرارة الرطبة ستـــقل و الرطوبة النسبية ستزيد ويقل المحتوى الحراري لوحدة الأوزان (الانثالبي) والشكل (٢ ــ ١٣) يعـرض مثال لعملية تبريد بدون إزالة رطوبـــة . والجـــدول (٢-٤) يبين الخواص الفنية للهواء الداخل والخارج.

الجدول (٢-٤)

الخواص	الهواء الداخل	الهواء الخارج
DB	35 °C	20 °C
WB	24 °C	19 °C
Enthalpy	72 KJ/Kg	56 KJ/Kg
RH	40%	95%

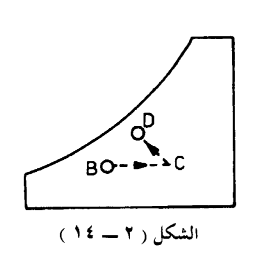
٢ ــ ٣ ــ ٣ عملية التسخين مع زيادة الرطوبة

Heating With Dehumidification

في الشتاء يتم تسخين الهواء مع زيادة الرطوبة في آن واحد وذلك برش قطرات من الماء علـــى الهواء الخارج من ملف التسخين وعادة يتم وضع سخان في مجاري الهواء الرئيسية كما ســـيتضح فيما بعد .

والشكل (٢ ــ ١٤) يبين طريقة توقيع عملية التسخين مع زيادة الرطوبة علـــى الخريطـــة السيكرومترية حيث أن B تمثل ناتج خلط الهواء الراجع والهواء الخارجي والنقطة C تمثل الهـــواء

الخارج من ملف التسخين والنقطة D تمثل الهواء الخارج من ملف التسخين مع إضافة قطرات ماء عليه بـــالرش والجدول (٢-٥) يبين الخواص الفنية للهواء عند النقـلط المختلفة .



الشكل (٢ ــ ١٤)

الجدول (٢-٥)

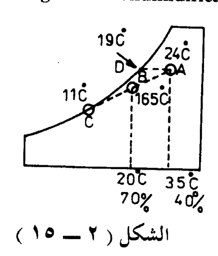
الخواص	النقطة		
	B	C	D
DB	24 °C	38 °C	28.6 °C
RH%	50%	20%	50%

والجدير بالذكر أن الخط CD ينطبق على خطوط الانثالبي لأن عملية تبخير الماء تتم بـــدون تغير للمحتوى الحراري لأن النقص في الحرارة المحسوسة التي أزيلت من الهواء قد أعيدت في صورة حرارة كامنة لبخار الماء في الهواء ويحدث ذلك عندما تكون درجة حرارة الماء المستخدم في الـــرش مساوية لدرجة الحرارة الرطبة للهواء عند C .

٢ ــ ٣ ــ ٤ عملية تبريد مع تقليل الرطوبة

Cooling With Dehumidification

يمكن خفض درجة الحرارة مع تقليـــل الرطوبـــة وذلك بخفض درجة حرارة سطح التبريد إلى أقل مـــن درجة حرارة الندى للهواء علماً بأن جميع خواص الهواء ستتغير وتعتمد قيمة درجة حرارة الهواء علـــى كميـــة الحرارة المزالة . والشكل (٢ ــ ١٥) يبين طريقة تمثل عملية تبريد مـــع تقليـــل الرطوبـــة علـــى الخريطـــة السيكرومترية .



الشكل (٢ ــ ١٥)

حيث أن : ــ

النقطة A تمثل الهواء الخارجي

النقطة B تمثل الهواء المبرد والمخفض رطوبته

النقطة C تمثل درجة حرارة ملف التبريد

النقطة D تمثل نقطة ندى الهواء الخارج

فيلاحظ أن درجة حرارة ملف التبريد 11 °C في حين أن نقطة الندى للهواء الخـــارجي 35 °C وللهواء المكيف 20 °C أما الرطوبة النسبية للهواء الخارجي 40% والرطوبة النسبية للــــهواء المبرد 70% . والجدول (٢ ــ ٦) يبين درجات الحرارة الجافة DB ودرجات الحرارة الرطبـــــة WBللمدن الرئيسية بالدول العربية .

الجدول (٢ ــ ٦)

المدينة	DB °C	WB °C	المدينة	DB °C	WB °C
السودان			**المغرب**		
الخرطوم	45	23	الدار البيضاء	33	25
وادي حلفا	46	24	طنجة	33	24
مصر			**البحرين**		
الإسكندرية	33	26	المنامة	42	33
القاهرة	38	24	**العراق**		
الإسماعيلية	42	24	بغداد	47	24
بور سعيد	34	26	البصرة	46	29
المنصورة	35	25	**الأردن**		
أسوان	49	27	عمان	38	22
المنيا	41	24	**الكويت**		
سوهاج	46	24	الكويت	45	31

تابع الجدول(٢-٦)

المدينة	DB °C	WB °C	المدينة	DB °C	WB °C
تونس			**لبنان**		
تونس	42	27	بيروت	33	26
ليبيا			**الإمارات**		
بنغازي	34.5	25	الشارقة	44	34
الجزائر			**عمان**		
الجزائر	37	26	مسقط	43	34
وهران	35	27			
السعودية					
جدة	42.5	25			
الرياض	39.5	29			
الظهران	43.5	29.5			

الباب الثالث
دورات التبريد بالبخار

دورات التبريد بالبخار

٣ ــ ١ مقدمة

دورات التبريد بالبخار هي دورات ميكانيكية تستخدم مركبات التـــبريد الفلوروكربونيـــة (الفريونات R12,R22,R113,R11) وتتكون دورة التبريد بالبخار من أربعة عناصر أساســـية وهي : ــ

١ ــ الضاغط Compressor.

٢ ــ المكثف Condenser .

٣ ــ المبخر Evaporator .

٤ــ عنصر التحكم في التدفق Metering Device والذي يتواجد في عدة صور مثل : ــ

أ ــ أنبوبة شعرية Capillary Tube .

ب ــ صمام تمدد أتوماتيكي Automatic Expansion valve .

ب ــ صمام تمدد حراري Thermostatic Expansion valve.

وفي الفقرات القادمة سنتناول صوراً مختلفة لدورات التبريد التي يكـــثر اســـتخدامها في أجـــهزة التكييف.

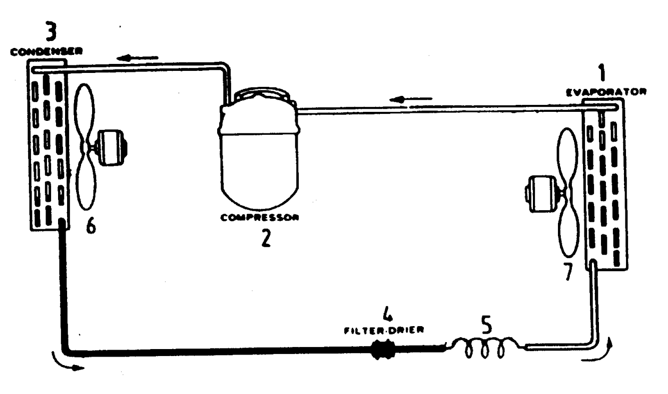
٣ ــ ٢ دورة التبريد ذات الأنبوبة الشعرية

الشكل (٣ ــ ١) يعرض دورة تبريد بالبخار تستخدم أنبوبة شعرية كوسيلة تمدد وتستخدم في أجهزة التكييف الصغيرة (شركة . Westing house Electric co) .

حيث أن : ــ

المبخر	1	مروحة المكثف	6
الضاغط	2	مروحة المبخر	7
المكثف	3	سائل التبريد	8
المرشح / المجفف	4	مخلوط من البخار والسائل	9

أنبوبة شعرية 5 بخار مركب التبريد 10



8 LIQUID
9 LIQUID VAPOR
10 VAPOR

الشكل(٣-١)

الجدير بالذكر أنه يوضع مجفف / مرشح بين المكثف والأنبوبة الشعرية لمنع وصول الرطوبة والذرات المعدنية للأنبوبة الشعرية .

نظرية عمل دورة التبريد

١ — يقوم الضاغط بضخ مركب التبريد في صور بخار محمص فيرتفع ضغط مركب التبريد وترتفع درجة حرارته .

٢ — يعمل المكثف على تبريد بخار الفريون الخارج من الضاغط حيث تنتقل الحرارة من بخار الفريون للهواء المحيط بالغرفة نتيجة لدفع الهواء من مروحة المكثف ويحدث تكاثف لبخار الفريون في المكثف ويتحول للصورة السائلة .

٣ — يتوجه سائل الفريون من المكثف إلى الأنبوبة الشعرية مارا بالمرشح / المجفف والذي يعمل على إزالة الرطوبة والشوائب من سائل الفريون وتقوم الأنبوبة الشعرية المصممة بعناية فائقة

من حيث الطول والقطر بخفض ضغط سائل الفريون و من ثم تقل درجة حرارته مع ثبـــات المحتوى الحراري .

٤ ـــ سائل مركب التبريد البارد الخارج من الأنبوبة الشعرية يتوجه إلى المبخر ليمتـــص الحـــرارة الموجودة في الهواء المدفوع بواسطة مروحة المبخر من الغرفة المكيفة فيتبخر سائل الفريــــون ويتحول لبخار مع ثبات درجة الحرارة والضغط ولكن مع زيادة المحتوى الحراري .

٥ ـــ يعود بخار الفريون ذات الضغط المنخفض إلى الضاغط وتتكرر دورة التشغيل .

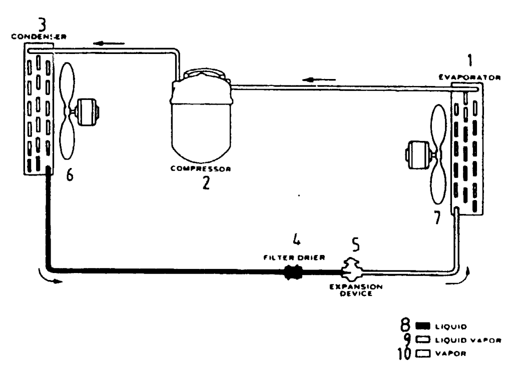
وتجدر الإشارة إلى أن الأنابيب الشعرية واسعة الانتشار في وحدات التبريد والتكييف ذات السعات التبريدية الصغيرة وذلك لباسطتها وتكلفتها القليلة ولكن يعاب على دورات التبريد التي تســتخدم أنابيب شعرية أنها تحتاج للشحن بكمية مضبوطة من مركب التبريد وذلك للأسباب التالية : ـــ

١ ـــ وجود كمية إضافية من مركب التبريد يعمل على تجمع السائل في خط ســحب الضـــاغط الذي قد يؤدي لتلف الضاغط .

٢ ـــ أثناء توقف الضاغط ينتقل مركب التبريد من جانب الضغط العالي لجانب الضغط المنخفـض حيث تتعادل الضغوط في الدائرة أي يصبح ضغط الدائرة واحد ففي حالة وجود سمية إضافية مـــن مركب التبريد سيحدث غمر للمبخر بسائل مركب التبريد وعند بدء دوران الضــــاغط ســيرتد السائل إلى الضاغط مسببا تلف صمامات الضاغط .

٣ ــ ٣ دورة التبريد ذات صمام التمدد الأتوماتيكي

الشكل (٣ ــ ٢) يعرض دورة تبريد مزودة بصمام تمدد أتوماتيكي (شركة Westinghouse Electric CO.) .



الشكل (٣ ــ ٢)

حيث أن : ــ

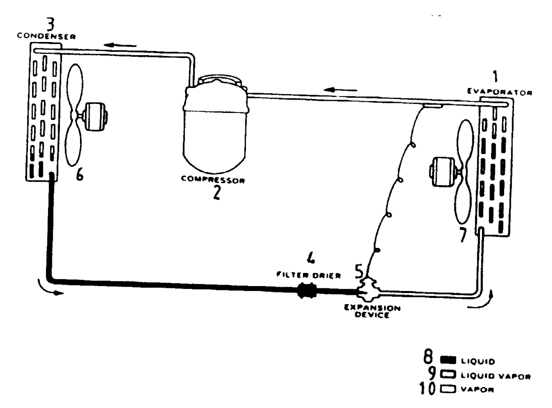
المبخر	1	مروحة المكثف	6
الضاغط	2	مروحة المبخر	7
المكثف	3	سائل التبريد	8
المرشح / المجفف	4	مخلوط من البخار والسائل	9
صمام التمدد الأتوماتيكي	5	بخار مركب التبريد	10

ويتميز صمام التمدد الأتوماتيكي بأنه يعمل على الحفاظ على ضغط المبخر ثابت فعند تشغيل الضاغط يعمل الضاغط على ضغط بخار مركب التبريد بضغط ودرجة حرارة مرتفعة إلى المكثف حيث يتم تبريده ومن ثم تكثيفه (نتيجة لفقدان مركب التبريد للحرارة الكامنة) ويتحول مركب التبريد إلى سائل ذو درجة حرارة عالية في المكثف وضغط عالي بعدها يتوجه السائل إلى صمام

التمدد الأتوماتيكي عبر المرشح/المجفف فيحدث تمدد للسائل في صمام التمدد الأتوماتيكي ويتبخر جزء من هذا السائل في الحال ويتحول السائل إلى رزاز بضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة جداً ويصل مركب التبريد إلى المبخر تحت ضغط ثابت يكافئ الضغط المعاير عليه صمام التمدد الأتوماتيكي وفي المبخر تنتقل الحرارة من الهواء الراجع من الغرفة والمدفوع بمروحة المبخر إلى سائل التبريد فيتحول سائل مركب التبريد إلى بخار من عدم تغير درجة الحرارة نتيجة لاكتساب مركب التبريد للحرارة الكامنة للتبخير ويتوجه هذا البخار إلى خط سحب الضاغط ويعاد ضغطة من جديد وتتكرر دورة التشغيل . والجدير بالذكر أنه في حالة انخفاض الحمل الحراري فإن جزء من مركب التبريد سيتبخر في المبخر والباقي سيظل في صورة سائلة وهذا قد يؤدي لتلف صمامات الضاغط لأن الضاغط مصمم لضغط بخار وليس سائل في حين أن زيادة الحمل الحراري في المبخر سيؤدي لحدوث تحميص زائد وهذا سيؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الضاغط لقيم قد تؤدي لتلفه لذلك ينصح باستخدام هذه الدورة مع الأحمال الحرارية الثابتة .

٣ ــ ٤ دورة التبريد ذات صمام التمدد الحراري

الشكل (٣ ــ ٣) يعرض دورة تبريد مزودة بصمام تمدد حراري (شركة Westinghouse Electric CO.) .



الشكل (٣ ــ ٣)

و لا تختلف محتويات هذا الشكل عن الشكل السابق عدا أن صمام التمدد الأتوماتيكي أستبدل بصمام تمدد حراري .

ويلاحظ أن هذه الدورة لا تختلف عن الدورة السابقة عدا أنه عند مرور مركب التبريد عبر صمام التمدد الحراري يحدث تمدد للسائل في الصمام ويتعدل وضع صمام التمدد الحراري تبعاً لحمل المبخر حيث أن وضع الصمام يعتمد على ضغط المبخر وكذلك على درجة حرارة البخار المحمص الخارج من المبخر وذلك بواسطة البصيلة الحساسة الموضوعة في مخرج المبخر فكما إزداد التحميص (عندما يزداد الحمل الحراري في المبخر) تتسع فتحة خروج صمام التمدد الحراري فتصل كمية أكبر من سائل مركب التبريد للمبخر .

أما عندما يقل التحميص (في حالة انخفاض الحمل الحراري بالمبخر) تضيق فتحة الخروج لصمام التمدد الحراري فتقل كمية سائل مركب التبريد التي تصل للمبخر وهكذا ويعتبر صمام التمدد الحراري هو الأكثر انتشارا في المكيفات المركزية ذات التمدد المباشر وكذلك مثلجات الماء العاملة بالبخار حيث يعمل على ثبات درجة التحميص في المبخر عند قيمة ثابتة تعتمد على معايرة الصمام والتحميص (Super Heat (SH يساوي : ــ

درجة حرارة البخار عند مخرج المبخر ــ درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط المبخر .

٣ ــ ٥ المضخات الحرارية (دورة التبريد المعكوسة)

الشكل (٣ ــ ٤) يوضح نظرية عمل دورة التبريد المعكوسة كدورة تبريد عادية (الشكل أ) و كمضخة حرارية (الشكل ب) (شركة .Carrier CO) .

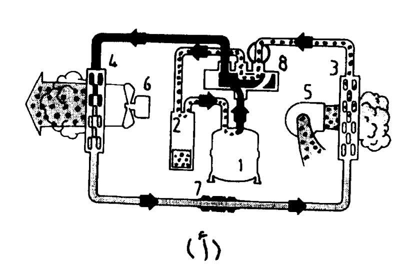
حيث أن : ــ

الضاغط	1	مروحة المبادل الحراري الداخلي	5
مجمع	2	مروحة المبادل الحراري الخارجي	6
المبادل الحراري الداخلي	3	عنصر التمدد	7
المبادل الحراري الخارجي	4	صمام بأربع سكك (صمام الدورة العكسية)	8

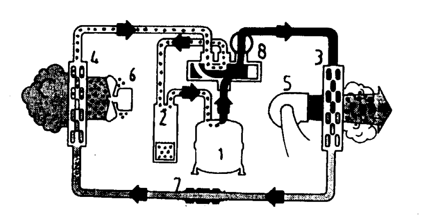
نظرية التشغيل : ــ

في الشكل (أ) : ــ يكون مسار مركب التبريد عادياً حيث يقوم الضاغط 1 بضخ مركب التبريد إلى المبادل الحراري الخارجي 4 الذي يعمل كمكثف في هذه الحالة فيتكاثف مركب التبريد في المبادل الحراري الخارجي 4 ويتحول لسائل للتخلص من الحرارة الموجودة به ثم بعد ذلك يتوجه

سائل مركب التبريد لعنصر التمدد 7 (الأنبوبة الشعرية) فينخفض ضغطه ثم يتوجه سائل الفريون ذات الضغط المنخفض الخارج من عنصر التمدد 7 إلى المبادل الحراري الداخل 3 والذي يعمل كمبخر فى هذه الحالة، فيتبخر ويتحول إلى بخار محمص حيث تنتقل الحرارة من الغرفة لمركب التبريد وبعد ذلك يعود بخار الفريون المحمص إلى الضاغط وتتكرر دورة التشغيل وبالتالي تنتقل الحرارة من داخل الغرفة المكيف إلى خارجها .



(أ)



(ب)

الشكل (٣ ــ ٤)

فى الشكل (ب) :-يقوم الصمام العاكس 8 بعكس مسار مركب التبريد في الدورة ليعمل المبادل الحراري الداخلي 3 كمكثف ويعمل المبادل الحراري 4 كمبخر وبالتالي تنتقل الحرارة من خارج الغرفة المكيفة لداخلها .

٣ ــ ٦ مركبات التبريد Refrigerants

مركب التبريد هو مائع يمكنه تبادل الحرارة مع مواد أخرى فهو يقوم بنقل الحرارة من مكـــان غير مرغوب تواجدها فيه إلى مكان آخر . وليس هناك مركب تبريد مثالي يمكنــه تحقيــق كــل المتطلبات فلكل مركب تبريد خواص تناسب بعض التطبيقات دون غيرها وتنقسم مركبات التبريد إلى مركبات تبريد أساسية مثل الآمونيا أو المركبات الكلوروفلوركربونية (الفريونات) ومركبـات تبريد ثانوية مثل المحاليل الملحية (البراين) Brine وكذلك الماء والتي تكون حلقة وصـــل بــين مركبات التبريد الأساسية بنظام التبريد وبين المكان أو الحيز المراد نقل الحرارة منه .

الخصائص العامة لمركبات التبريد : ـــ

يجب أن يتوفر لمركب التبريد الخصائص الطبيعية والكيميائية والثرموديناميكية التالية :-

١ــ أن يتبخر عند ضغط منخفض موجب ويتكاثف عند درجة حرارة تقارب درجـــة حـــرارة الوسط المحيط بمكان التكاثف (المكثف) .

٢ــ يجب أن يكون آمناً لا ينفجر أو يشتعل وغير سام ولا يسبب أذى إذا تسرب للهواء الجوى.

٣ــ لا يتفاعل مع المعادن مثل الصلب أو النحاس أو الألمونيوم .

٤ــ لا يؤثر على الموصلات الكهربية أو العوازل الكهربية .

٥ــ له حرارة كامنة عالية لتقليل كمية مركب التبريد المطلوبة فى جهاز التكييف .

٦ــ له فرق قليل بين ضغط التبخير وضغط التكاثف لزيادة كفاءة ضخ مائع التبريد .

٧ــ سهل الانضغاط لتقليل قدرة محرك الضاغط المسحوبة .

٨ــ يسهل تحديد أماكن تسربه .

٩ــ رخيص الثمن .

٣ــ٦ــ١ أنواع مركبات التبريد واستخداماتها

تنقسم مركبات التبريد لمركبات تبريد غير عضوياً Inorganic ومركبـــات تـــبريد عضويـــة Organic ولعل أكثر هذه المركبات شيوعاً ما يلي : ـــ

أولاً مركبات التبريد الغير عضوية :

١ــ الآمونيا Ammonia R 717

وتستخدم الآمونيا مع الضواغط الترددية والحلزونية فى مثلجات الماء العاملـــة بالامتصـــاص ويراعى عند استخدامها الكثير من النواحي الأمنية نظراً لأنها سامة وقابلة للانفجار والاشـتعال إذا اختلطت مع الهواء بنسب تتراوح ما بين (16% : 25%) من الحجم .

٢ــ الماء Water

يستخدم الماء فى تطبيقات تكييف الهواء فقط نظراً لأن درجة حرارة تجمد المـاء $0\ ^0C$ عنـد الضغط الجوي وهي درجة حرارة عالية إذا ما قورنت بمثيلتها لمركبات التبريد الأخري حيـث أن تطبيقات تكييف الهواء تتطلب درجات حرارة أعلي من الصف المئوي .

ثانياً مركبات التبريد العضوية :

الجدول (٣ــ١) يعرض أهم التطبيقات لمركبات التبريد الفلوروكربونية في أنظمة التكييف .

الجدول(٣ــ١)

مركب التبريد	الاستخدام
فريون R 11	أجهزة التبريد ذات الضغط المنخفض والحجم الكبير
فريون R 113	ويستخدم مع الضواغط الطاردة المركزية التي تتراوح سعتها التبريدية ما بين (100: 7000 TR) طن تبريد وتستخدم هذه الضواغط عادة من مثلجـات الماء وتستخدم هذه الفريونات أيضاً في تنظيف دورات التبريد المزودة بضواغط مقفلة أو شبه مقفلة لإزالة الزيوت الكربونية أو الأحماض الناتجة عن احـتراق محرك الضاغط فهي تعتبر مذيبات مثالية للشحوم والزيوت .
فريون R 12	يستخدم مع مكيفات السيارات
فريون R 22	يستخدم في مكيفات الغرف والمكيفات المجزأة والمجمعة والمضخات الحراريـة والمكيفات المركزية .

والجدول (٣ــ٢)يعرض أهم خصائص مركبات التبريد .

الجدول (٣ــ٢)

الخواص	R 11	R 12	R 22	آمونيا
درجة حرارة التجمد الطبيعية (°C)	-111	-136	-160	-777
درجة حرارة الغليان عند الضغط الجوي (°C)	24	-30	-41	-33.35
ضغط التبخير عند (- 15 °C) بوحدة bar	0.81	0.8	1.94	2.36
ضغط التكثيف (+30 °C) بوحدة bar	0.24	6.4	10.9	11.67
القدرة المطلوبة لكل 1000KJ/Hr بوحدة KW	0.23	0.25	0.25	
درجة السمية	غير سام	غير سام	غير سام	سام

٣ــ٦ــ٢ العلاقة بين درجة الحرارة والضغط لمركبات التبريد :

يختلف ضغط مركب التبريد تبعا لدرجة حرارته وذلك تبعا لتركيبه الكيميائي وهناك جداول وخرائط يمكن استخدامها لتعيين ضغط مركب التبريد بدلالة درجة الحرارة والعكس ويستفاد من هذه العلاقة في معرفة نوع مركب التبريد عند عمل صيانة لوحدات تكثيف غير معلوم أي بيانات عن نوع مركب التبريد المستخدم فيها وبمعلومة الضغط المقابل لدرجة حرارة المكان المحيط بالوحدة يمكن معرفة نوع مركب التبريد وكذلك يمكن الاستفادة من هذه العلاقة عند عمل صيانة لأجهزة التكييف .

والجدول (٣ ــ ٣) يعرض العلاقة بين الضغط المطلق بوحدة bar ودرجة الحرارة بوحدة °C لكلا من : ــ R12,R13,R134,R21,R22

الجدول (٣ ــ ٣)

درجة الحرارة °C	R12 bar	R13 bar	R13B1 bar	R21 bar	R22 bar
-110		0.16			
-105		0.23			
-100		0.33	0.075		0.02
-95		0.62	0.109		0.03
-90		0.83	0.157		0.04
-85		1.09	0.221		0.07
-80		1.41	0.305		0.10
-75		1.80	0.410		0.14
-70	0.12	2.27	0.542		0.20

تابع الجدول (٣-٣)

درجة الحرارة °C	R12 bar	R13 bar	R13B1 bar	R21 bar	R22 bar
-65	0.16	2.82	0.707		0.28
-60	0.22	3.46	0.908		0.37
-55	0.30	4.21	1.152		0.49
-50	0.39	5.08	1.445		0.64
-45	0.50	6.06	1.791		0.83
-40	0.64	7.18	2.199	0.09	1.05
-35	0.80	8.44	2.674	0.12	1.32
-30	1.00	9.86	3.222	0.16	1.64
-25	1.23	11.4	3.851	0.22	2.01
-20	1.51	13.2	4.567	0.28	2.45
-15	1.82	15.1	5.379	0.36	2.96
-10	2.19	17.3	6.292	0.45	3.55
-5	2.61	19.6	7.314	0.57	4.21
0	3.08	22.2	8.454	0.70	4.98
+5	3.62	25.1	9.719	0.87	5.83
+10	4.23	28.3	11.117	1.05	6.80
+15	4.92	31.7	12.656	1.27	7.88
+20	5.68	35.5	14.347	1.53	9.08
+25	6.52		16.199	1.82	10.4
+30	7.46		18.223	2.15	11.8
+35	8.49		20.429	2.53	13.4
+40	9.63		22.831	2.95	15.2
+45	10.8		25.442	3.43	17.2
+50	12.2		28.277	3.96	19.3
+55	13.7		31.355	4.70	21.6
+60	15.3		34.693	5.49	24.1
+65				6.27	
+70				7.06	
+75				8.04	
+80				9.02	
+85				10.0	
+90				11.2	
+95				12.5	
+100				14.2	

فمثلا عند درجة حرارة 5 °C + فإن : —

الضغط المطلق لفريون R12 هو 3.089 bar

والضغط المطلق لفريون R22 هو 5.839 bar

وبالتالي يكون : ـــ

الضغط المقاس لفريون R12 هو 2.079 bar

والضغط المقاس لفريون R22 هو 4.819 bar .

حيث أن : ـــ

(الضغط المطلق = الضغط المقاس + 1.02 bar)

الباب الرابع
المكيفات المركزية ذات التمدد المباشر

المكيفات المركزية ذات التمدد المباشر

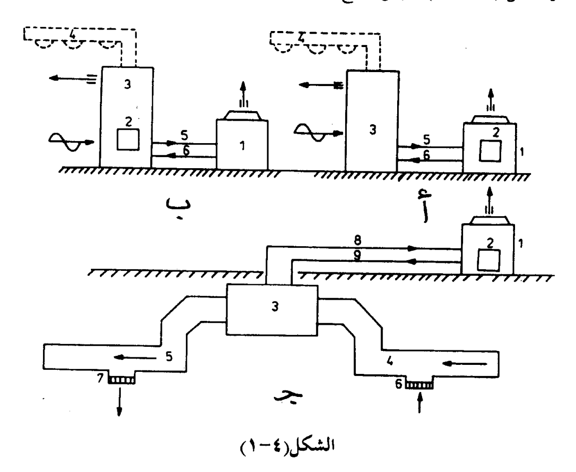
٤ ــ ١ المكيفات المركزية المجزأة ذات التمدد المباشر (الوحدات المنفصلة)

هناك نوعان من أجهزة التكييف المركزية المجزأة وهما : ــ

١ ــ أجهزة تكييف تثبت على الأرض نفخ حر أو بقنوات (بمجارى).

٢ ــ أجهزة تكييف تثبت فوق السقف بقنوات(بمجارى) .

والشكل (٤ ــ ١) يعرض نماذج مختلفة للمكيفات المركزية المجزأة .



الشكل(٤-١)

حيث أن : ــ

وحدة تكثيف خارجية	1	جريلة الهواء الراجع	6
الضاغط	2	جريلة هواء الإمداد	7
الوحدة الداخلية	3	ماسورة غاز الفريون	8

مجاري إمداد الهواء	4	ماسورة سائل الفريون	9
مجاري إرجاع الهواء الراجع	5		

فالشكل (أ) يعرض نموذج لمكيف مجزأ نفخ حر أو بقنوات تثبت على الأرض حيث تحتـــوي الوحدة الخارجية على الضاغط .

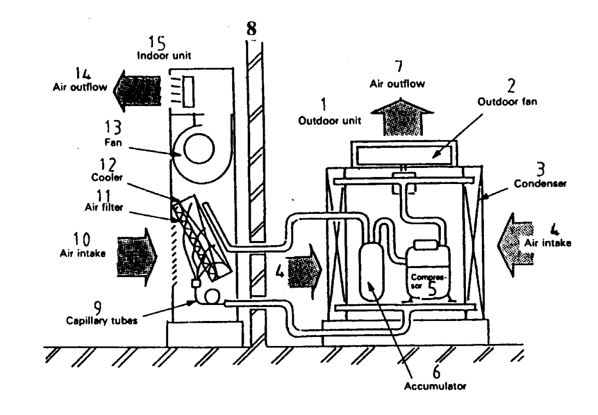
والشكل (ب) يعرض نموذج لمكيف مجزأ نفخ حر أو بقنوات يثبت على الأرض حيــــث أن الضاغط يوضع في الوحدة الداخلية .

والشكل (ج) يعرض نموذج لمكيف مجزأ بقنوات يثبت فوق السقف المعلق .

والجدير بالذكر أن سبب درج هذه المكيفات تحت مسمى المكيفات المركزية هو أن كل وحـــــدة تكييف قادرة على تكييف عدة غرف أو مساحة كبيرة كمكتب مفتوح أو صالة أفراح كبـــيرة أو مسجد أو مجمع تجاري ....الخ . وتصل السعات التبريدية لهذه المكيفات إلى 60TR طن تبريد .

٤ ــ ١ ــ ١ المكيفات المجزأة التي تثبت على الأرض

الشكل (٤ ــ ٢) يبين تركيب المكيفات المجزأة التي تثبت على الأرض ذات النفخ الحر .

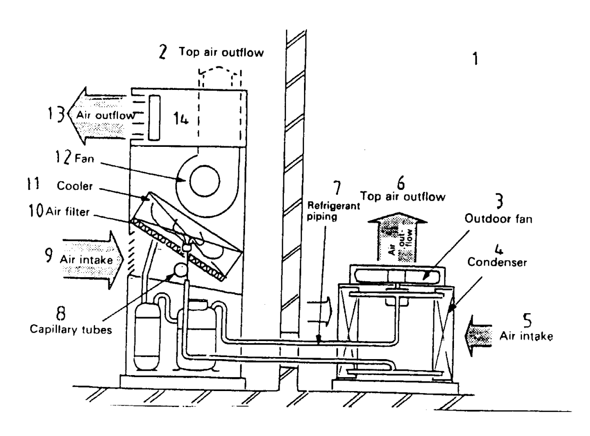


الشكل (٤ ــ ٢)

حيث أن : ـــ

الوحدة الخارجية	1	أنبوبة شعرية	9
مروحة المكثف	2	دخول الهواء الراجع من الغرفة المكيفة	10
المكثف	3	مرشح هواء	11
دخول الهواء الجوي لتبريد المكثف	4	المبخر	12
الضاغط	5	مروحة المبخر	13
المجمع	6	خروج الهواء المكيف للغرفة المكيفة	14
خروج الهواء الناتج عن تبريد المكثف	7	الوحدة الداخلية	15
حائط الغرفة المكيفة	8	غرفة نفخ الهواء	16

والجدير بالذكر أنه يتم وضع الضاغط في الوحدة الداخلية بدلا من الوحدة الخارجية في بعض الأحيان . والشكل (٤ ـــ ٣) يعرض أجزاء مكيف مجزأ حر يثبت على الأرض .



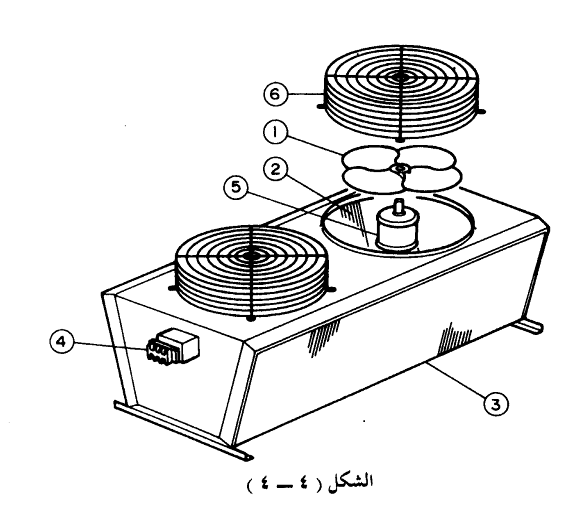
الشكل (٤ ـــ ٣)

حيث أن : ـــ

1	أنبوبة شعرية	8	خارج الغرفة المطلوب تكييفها
2	مدخل الهواء الراجع من الغرفة	9	داخل الغرفة المطلوب تكييفها
3	مرشح هواء	10	المروحة الخارجية
4	المبخر	11	المكثف
5	المروحة الداخلية (مروحة المبخر)	12	دخول الهواء الجوي لتبريد المكثف
6	الهواء البارد المتجه للغرفة	13	خروج الهواء الناتج عن تبريد المكثف
7	غرفة نفخ الهواء	14	مواسير مركب التبريد

والجدير بالذكر أنه يمكن جعل مخرج الهواء قناة هواء بدلا من النفخ الحر باستبعاد غرفة نفـــخ الهواء .

والشكل (٤ ـــ ٤) يعرض مخطط توضيحي لوحدة تكثيف خارجية بدون ضاغط من إنتـاج شركة TOSHIBA .



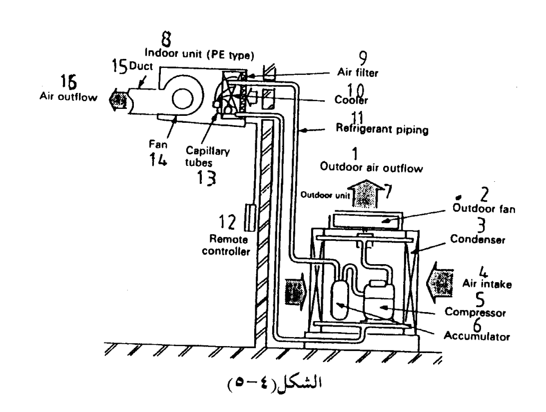
الشكل (٤ ـــ ٤)

حيث أن : —

مروحة عمودية	1	محرك مروحة المكثف	5
المكثف	2,3	غطاء مروحة شبكي	6
أطراف توصيل	4		

٤ — ١ — ٢ المكيفات المجزأة المختفية في الأسقف ذات القنوات

الشكل (٤ — ٥) يبين أجزاء المكيفات المجزأة التي توضع مختفية فوق الأسقف المستعارة والتي توصل بقنوات Ducts .



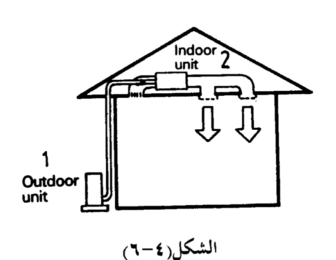
الشكل(٤-٥)

حيث أن : —

الوحدة الخارجية	1	مرشح الهواء	9
مروحة الوحدة الخارجية	2	المبخر	10
المكثف	3	مواسير مركب التبريد	11
دخول الهواء الجوي لتبريد المكثف	4	وحدة التحكم عن بعد	12
الضاغط	5	أنبوبة شعرية	13
المجمع	6	مروحة طاردة مركزية	14
خروج الهواء الناتج عن تبريد المكثف	7	قناة هواء	15
الوحدة الداخلية	8	خروج الهواء المكثف	16

وتصل السعات التبريدية لهذه الوحدات إلى (20TR طن تبريد) .

والشكل (٤ — ٦) يبين طريقة استخدام المكيفات المجزأة المختفية في السقف ذات القنوات .



الشكل(٤-٦)

حيث أن : ـــ

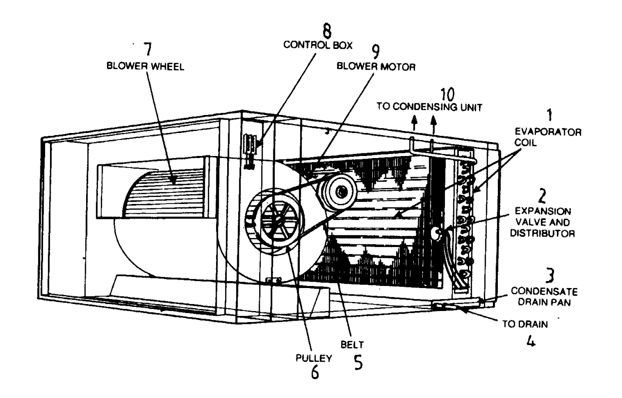
الوحدة الخارجية	Out Door Unit	1
الوحدة الداخلية	Indoor Unit	2

ويطلق على الوحدة الداخلية أحيانا وحدة مناولة الهواء Air Handling Unit أو وحـــــدة التمدد المباشر Direct Expansion Unit وذلك لان الفريون هو الذي يستخدم في التـــبريد في هذه الوحدات و ليس الماء المثلج Chilled Water كما هو الحال في أنظمـــة تكييـــف الهـــواء الكبيرة.

والشكل (٤ — ٧) يعرض نموذج توضيحي للوحدة الداخلية (وحدة مناولة الهواء) وهـــي تثبت على السقف وتقوم بتوزيع الهواء إلى الغرف المطلوب تكييفها بقنوات من إنتاج شركة الزامل للمكيفات السعودية .

حيث أن : ـــ

ملف المبخر	6	1	طارة
صمام التمدد وموزع السائل	7	2	مروحة
وعاء تجميع الماء المتكاثف	8	3	صندوق التحكم
إلى خط صرف الماء	9	4	محرك المروحة
سير	10	5	إلى وحدة التكثيف الخارجية



الشكل (٤ ــ ٧)

٤ ــ ٢ دورات التبريد للمكيفات المجزأة

هناك نوعان من دورات التبريد للمكيفات المجزأة وهما : ــ

١ ــ دورات تبريد عادية .

٢ ــ مضخات حرارية (دورات تبريد معكوسة)

٤ ــ ٢ ــ ١ دورات التبريد العادية

في هذه الفقرة سنتناول عدة أنماط مختلفة لدورات التبريد العادية لأجهزة التكييف المركزية المجزأة

الدائرة الأولى : ــ

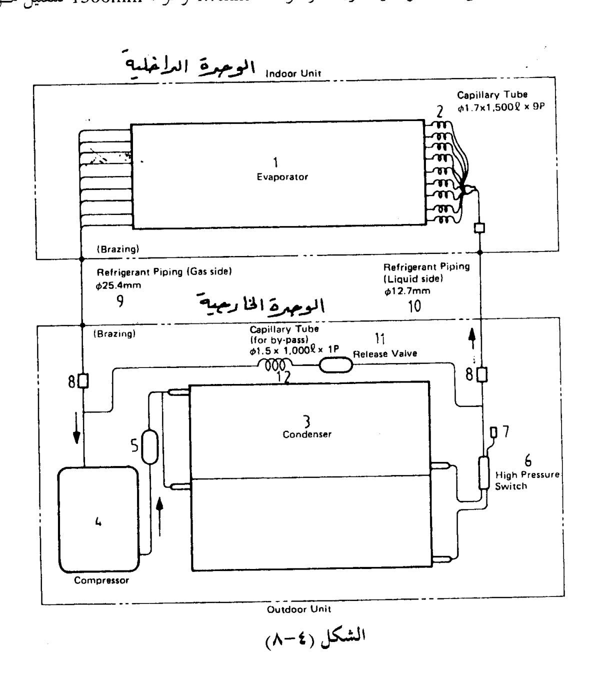
والشكل (٤ ــ ٨) يعرض دورة تبريد عادية لمكيف مجزأ بقنوات مــن صناعــة شــركة TOSHIBA معدلة من أجل تخفيض درجة حرارة الضاغط .

حيث أن : ــ

المبخر	1	قاطع الضغط العالي	7
الأنبوبة الشعرية	2	صمام سكتين	8

المكثف	3	ماسورة الغاز	9
الضاغط	4	ماسورة السائل	10
كاتم صوت	5	صمام تحرير (تصريف الضغط الزائد)	11
مجفف/مرشح	6	أنبوبة شعرية	12

ويغذي المبخر من تسعة مواسير شعرية قطر الواحدة 1.7mm وطولها 1500mm للتقليل مـن



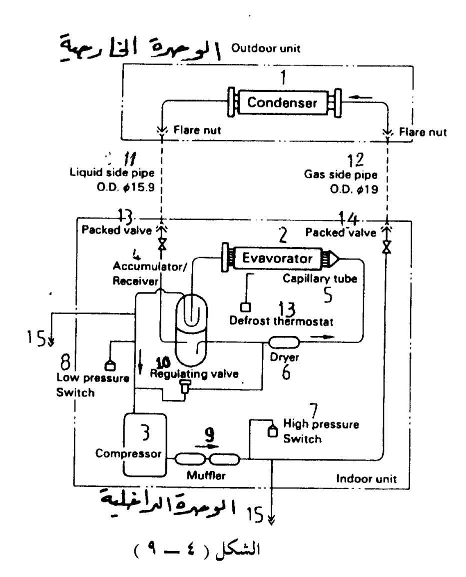
الشكل (٤-٨)

فقد الضغط في المبخر وكذلك تم تقسيم المكثف لقسمين داخليين للتقليل من فقد الضغط المكثـف بالإضافة إلى ذلك تم حقن خط السحب للضاغط بكمية من سائل مركب التبريد الخـــارج مـــن

المكثف بعد خفض ضغطه بواسطة أنبوبة شعرية قطرها 1.5mm وطولها 1000mm وذلك مـــن أجل تخفيض درجة حرارة الضاغط ويتم الحقن عند وصول ضغط المكثف للضغط المعـــاير عليـــه صمام التحرير .ويلاحظ أن قطر ماسورة السائل 12.7mm في حين أن قطـــر ماســـورة الغـــاز 25.4mm .

الدائرة الثانية : ـــ

الشكل (٤ ـــ ٩) يعرض دورة تبريد عادية لمكثف مجزأ يثبت على الأرض نفخ حر بمكثـــف خارجي حيث يوضع الضاغط في الوحدة الداخلية من إنتاج شركة TOSHIBA .



الشكل (٤ ـــ ٩)

حيث أن : ـــ

المكثف	1	كاتم صوت	9
المبخر	2	منظم سعة الضاغط	10
الضاغط	3	خط السائل	11

مجمع/مستقبل	4	خط الغاز	12
أنابيب شعرية	5	ثرموستات إذابة الصقيع	13
مجفف/مرشح	6	صمام سكتين	14
قاطع ضغط عالي	7	وصلات خدمة	15
قاطع ضغط منخفض	8		

ويلاحظ أنه تم جمع المجمع مع مستقبل السائل في وعاء مقسوم داخليا لقسمين منفصلين وبذلك يعمل كمبادل حراري يعمل على زيادة تبريد سائل التبريد الخارج من المكثف وكذلك زيـــادة تحميض غاز التبريد الخارج من المبخر .

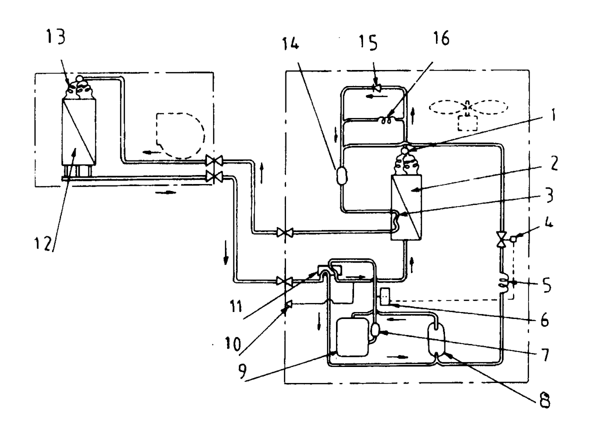
ويعمل منظم سعة الضاغط علي التحكم في ضغط المبخر ويمنع انخفاض ضغط المبخر عند حـــدود معينة وبذلك يمنع خروج الزيت من الضاغط ، ويلاحظ أنه تم ربط الوحدتين الداخلية والخارجيـة بوصلات فلير علما بأن قطر ماسورة السائل 15.9mm وقطر ماسورة الغاز19mm .

٤ـ٢ـ٢ دورات التبريد المعكوسة (المضخات الحرارية)

الشكل(٤ـ١٠) يعرض مسار مركب التبريد في دورة التبريد المعكوسة لمكثف مجزأ من إنتاج شركة National عند التبريد .

حيث أن : ــ

موزع عالي التنظيم	1	الضاغط	9
مبادل حراري خارجي	2	وصله فحص	10
ماسورة تبريد (ماسورة تسخين)	3	صمام عاكس	11
صمام كهربي	4	مبادل حراري داخلي	12
أنبوبة شعرية	5	موزع عالي التنظيم	13
قاطع ضغط عالي وآخر للصمام الكهربي	6	مرشح/مجفف	14
كاتم صوت	7	صمام لا رجعي	15
مجمع	8	أنبوبة شعرية	16

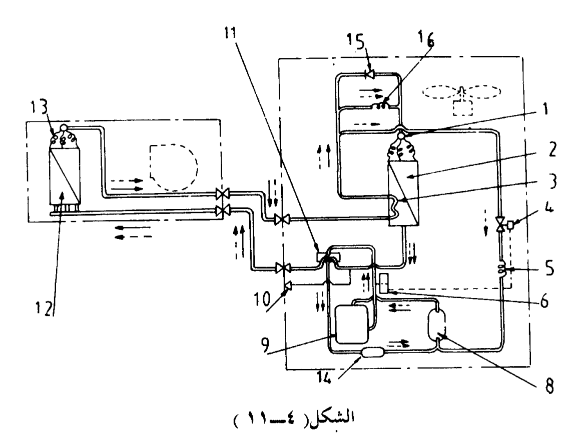


الشكل(٤ــ١٠)

نظرية التشغيل عند التبريد :ــ

يصل بخار الفريون المحمص الخارج من خط الطرد للضاغط إلى المبادل الحراري الخارجي مــارا بالصمام العاكس فيتكاثف بخار الفريون داخل المبادل الحراري الخارجي الذي يعمــل كمكثــف نتيجة لانتقال الحرارة منه إلى الوسط المحيط (الهواء الخارجي) ويصل سائل مركب التــبريد ذات الضغط العالي إلى المرشح مرورا بموزع عالي التنظيم وكذلك مرورا بصمام لا رجعي ويعاد تــبريد سائل مركب التبريد ليصبح ذو تبريد فائق Super Cooled وذلك داخــل ماســورة ملامســة للمبادل الحراري الخارجي ويتوجه سائل مركب التبريد إلي المبادل الحراري الداخلي الذي يعمــل كمبخر مارا بموزع ذو تنظيم عالي والذي يعمل علي خفض معدل تدفق سائل التبريد الأمر الـذي يؤدي لتنظيم معدل تدفق سائل مركب التبريد ومن ثم يمكن الاستغناء عن صمام التمدد الحــراري وينخفض الضغط وتنتقل الحرارة من هواء الغرفة المدفوع بواسطة المروحة الداخليــة إلى المبــادل الحراري الداخلي إلى سائل التبريد فيتبخر ويتحول لبخار ويعود بخار مركب التــبريد إلى خــط سحب الضاغط مارا بالصمام العاكس والمجمع الذي يجمع أي سائل متبقي ويمنعه من الوصــول إلى المبخر .

والشكل(٤ــ١١) يعرض مسار مركب التبريد في دورة التبريد المعكوسة عند التسخين .
ولا تختلف عناصر الشكل الذي بصدده عن عناصر الشكل السابق .



الشكل(٤ــ١١)

نظرية التشغيل عند التسخين

في دورة التسخين ينعكس وضع الصمام العاكس لينعكس مسار مركب التبريد فيه عن ما كان عليه أثناء التبريد ، فيخرج بخار مركب التبريد المحمص من الضاغط ليصل إلى المبـــادل الحـــراري الداخلي مارا بالصمام العاكس فيتكثف بخار مركب التبريد نتيجة لانتقال الحرارة من بخار مركب التبريد إلى الهواء المدفوع بواسطة المروحة الداخلية نحو المبادل الحراري الداخلي فترتفع درجة حرارة هواء الغرفة (تسخين) ويمر سائل مركب التبريد الخارج من المبادل الحـــراري الداخلـــي عـــبر ماسورة التسخين الملامسة للمبادل الحراري الخارجي حيث ترتفع درجة حرارة ســـائل مركـــب التبريد ثم بعد ذلك يمر سائل مركب التبريد عبر الماسورة الشعرية الموصلة بالتوازي مـــع الصمـــام اللارجعي فينخفض الضغط ثم بعد ذلك يصل سائل مركب التبريد إلي المبادل الحراري الخـــارجي مرورا بموزع عالي التنظيم فتنتقل الحرارة من الهواء الجوي المحيط إلى سائل مركب التبريد فيتبخـــر ويعود هذا البخار إلى الضاغط عبر الصمام العاكس والمجمع وتتكرر دورة التشغيل علما بأن اتجـــاه تدفق مركب التبريد عند التسخين العادي مشار إليها بأسهم متصلة .

ويمنع تكون صقيع علي المبادل الحراري الخارجي وذلك بإضافة ماسورة تسخين ملامسة للجزء السفلي من المبادل الحراري الخارجي والتي تقوم بمنع تجمد الماء المتجمع على الجزء السفلي للمبادل الحراري الخارجي ومن ثم تمنع تكون الصقيع (الثلج) .

التسخين أثناء زيادة الحمل :

أثناء عملية التسخين فإن درجة حرارة وضغط خط طرد الضاغط تزداد وذلك نتيجة لزيـــادة درجة حرارة الهواء المحيط الأمر الذي يجعل من المستحيل استمرارية العمل وبالتالي عنـــد زيـــادة الضغط المقاس لخرج الضاغط عن 22 bar يفتح الصمام الكهربي الأمر الذي يؤدي لهروب جـــزء من سائل مركب التبريد إلى الصمام الكهربي ومروراً بالأنبوبة الشعرية ومروراً بـــالمجمع ومـــن ثم تنخفض درجة حرارة بخار مركب التبريد الذي يصل لخط سحب الضاغط ومن ثم ينخفض ضغط خرج الضاغط علماً بأن اتجاه تدفق مركب التبريد عند زيادة الحمل مشار إليها بأسهم متقطعـــة وهذا يمنع تلف زيت الضاغط وذلك لتبريد بخار مركب التبريد الداخل لخط سحب الضاغط وعند انخفاض ضغط خط طرد الضاغط عن 19 bar يغلق الصمام الكهربي مرة أخري وتعود الـــدورة لوضعها الطبيعي.

دورة إذابة الصقيع أثناء التسخين

أثناء عملية التسخين يحدث تجمع للثلج علي زعانف المبادل الحراري الخارجي وذلـــك عنـــد انخفاض درجة الحرارة الخارجية ويزداد الثلج المتكون بزيادة نسبة الرطوبة الخارجية فعندما تكـــون درجة حرارة البصيلة الجافة 80% يتكون الثلج علي المبادل الحراري الخـــارجي وهـــذا يـــؤدي لانخفاض معدل الانتقال الحراري الأمر الذي يقلل من مقدرة المكيف علي التسخين .

ويمكن التخلص من الصقيع وذلك بإعادة دورة التبريد لوضعها الطبيعي (تـــبريد) وذلـــك بالاستعانة بمؤقت زمني يعمل علي إذابة الصقيع لمدة عشر دقائق كل ساعة كلما وصلت درجـــة حرارة ملف المبادل الحراري الخارجي إلى $3\ ^oC$ أو أقل ويتوقف إذابة الصقيع عند وصول درجـــة حرارة المبادل الحراري الخارجي إلى $10\ ^oC$ كحد أدنى . ويزود مؤقت إذابة الصقيـــع ببصيلـــة ثرموستات تثبت علي آخر مكان يذوب منه الصقيع المتكون علي المبادل الحراري الخارجي .

والشكل (٤ ــ ١٢) يبين تركيب هذا الثرموستات : ــ

حيث أن : ـــ

مكان ضبط زمن دورة إذابة الصقيع	1
أطراف مؤقت إذابة الصقيع	2
ماسورة شعرية	3
البصيلة الحساسة	4
مكان ضبط درجة حرارة بدء دورة إذابة الصقيع	5
مسامير تثبيت	6

وأحيانا يستخدم سخان مع الدورة المعكوسة للتعجيل من تسخين الغرفة أو تسخين الغرفة أثنـــاء إذابة الصقيع المتكون في المبادل الحراري الخارجي .

٤ ـــ ٣ الدوائر الكهربية للمكيفات المجزأة

الدائرة الأولي : ـــ

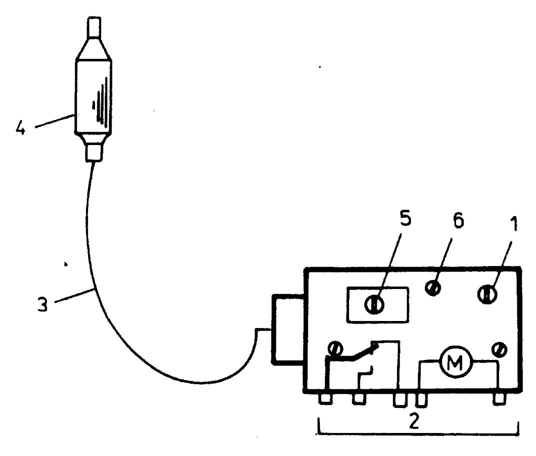
الشكل (٤ ـــ ١٣) يعرض الدائرة الكهربية لمكيف مجزأ National بقنوات للهواء المكيــف والهواء العادم .

حيث أن : ـــ

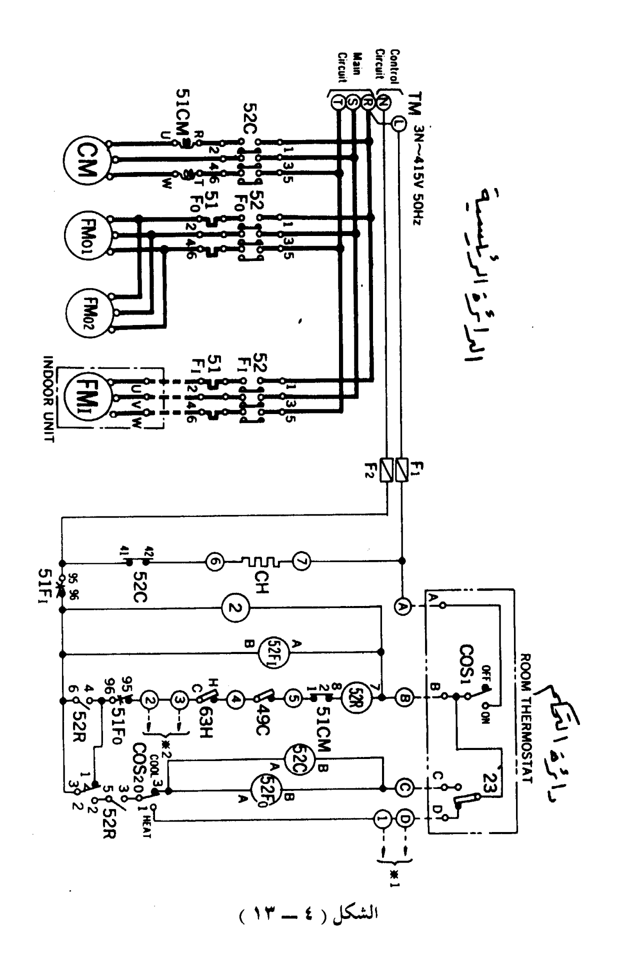
محرك الضاغط	CM	عنصر الوقاية الحراري لمحرك الضاغط	49 C
محرك المروحة الداخلية	FM_I	قاطع الضغط العالي	63 H
محرك المروحة الخارجية	FM_O	ريلاي إضافي	52 R
كونتاكتور محرك الضاغط	52 C	مؤقت زمني	2
ريلاى زيادة الحمل علي محرك الضاغط	51 CM	مفتاح التشغيل والفصل ON OFF	COS_1
كونتاكتور المروحة الداخلية	52 F_I	ثرموستات الغرفة	23
كونتاكتور المروحة الخارجية	52 F_O	مفتاح قلاب (بارد أو ساخن)	COS_2
ريلاى زيادة حمل المروحة الداخلية	51 F_I	أطراف التوصيل للدائرة الرئيسية	TM
ريلاى زيادة حمل المروحة الخارجية	51 F_O	أطراف التوصيل لدائرة التحكم	Tm
سخان صندوق المرفق لمحرك الضاغط	CH	مصهر	F

نظرية عمل الدائرة عند التبريد : ـــ

عند وضع مفتاح التشغيل والفصل COS_1 علي وضع التشغيل ONوضبط درجـــة حـــرارة ثرموستات الغرفة (23) علي أحد أوضاع التبريد تغلق النقطة Cوعند وضع مفتـــــاح التـــبريد التسخين COS_2علي أحد أوضاع التبريد تغلق الريشة 3-0، فيكتمل مسار كلا من $52\ F_I$ و 2 و 52 R ويغلق الكونتاكتور $52\ F_I$ وتعمل المروحة الداخلية FM_I وكذلك تغلق الريشة 52 R/ 3-5 وكذلك الريشة 6-4 /52 R وبعد مرور ثلاث دقائق ينعكس وضع ريش المؤقـــــت 2 فتغلق الريشة 3-2 وتفتح الريشة 3-1 وبالتالي يكتمل مسار تيار كلا من 52 C و $52\ F_O$. وتباعا تغلق الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور 52 C ويدور الضاغط CM وكذلك تغلق الأقطـــاب الرئيسية للكونتاكتور $52\ F_O$ وتدور المروحتين الخارجيتين FM_{O2} و FM_{O1} وعنـــد وصـــول درجة حرارة الغرفة للدرجة المعاير عليها ثرموستات الغرفة 23 تفتح النقطة C وينقطـــع التيـــار الكهربي عن كلا من 52 C و $52\ F_O$ فيتوقف محرك الضاغط CM والمراوح الخارجيـــة FM_{O1} FM_{O2} وعند ارتفاع درجة حرارة الغرفة ووصولها لدرجة حرارة وصل ثرموســـتات الغرفـــة 23 تغلق النقطة C ويعمل كلا من الضاغط CM والمراوح الخارجية $FM_{O1}\ FM_{O2}$ مـــن جديـــد وهكذا .



الشكل (٤-١٢)



TM 3N~415V 50Hz
Control Circuit
Main Circuit
52C
51CM
CM
52 Fo
51 Fo
FMo1
FMo2
52 F1
51 F1
FMI
INDOOR UNIT
F1
F2
CH
52C
51FI
52FI
52R
51CM
49C
63H
51Fo
52R
COS2
COOL
HEAT
52C
52Fo
ROOM THERMOSTAT
COS1
OFF
ON
23

الشكل (٤ ـ ١٣)

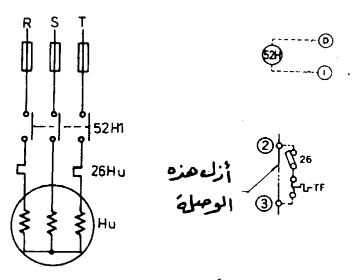
و هناك أربعة مشاكل تؤدى إلي فصل الوحدة الخارجية و هم كما يلي :-

١-زيادة الحمل على محرك الضاغط CM فيفتح ريلاى زيادة الحمل 51CM ر يشته 51CM /1-2 وينقطع مسار تيار الريلاي 52R و تباعا ينقطع مسار تيار كلا من $52F_O$, 52C و يتوقف كلا من الضاغط و المراوح الخارجية.

٢-ارتفاع درجة حرارة الضاغط نتيجة لسوء التهوية فيفتح عنصر الوقاية الحراري 49C وينقطع مسار تيار الريلاي 52R وتباعا ينقطع مسار تيار كلا من $52C,52F_O$ ويتوقف كلا من الضاغط والمراوح الخارجية .

٣-ارتفاع ضغط طرد الضاغط فيفتح قاطع الضغط العالي 63H ريشته فينقطع مسار تيار 52R وتباعا ينقطع مسار تيار $52C,52F_O$ ويتوقف الضاغط والمراوح الخارجية .

٤-زيادة الحمل على المراوح الخارجية فينفتح ريلاي زيادة الحمل $51F_O$ فينقطع مسار تيار الريلاي 52R وتباعا ينقطع مسار تيار كلا من $52C,52F_O$ ويتوقف كلا من الضاغط والمراوح الخارجية .



الشكل (٤ ــ ١٤)

علما بأنه عند حدوث أحد المشاكل الأربعة السابقة وإعادة التشغيل بعد إزالة سبب المشكلة فإن الضاغط CMوالمراوح الخارجية FM_{O1},FM_{O2} لن تعمل إلا بعد مرور زمن تأخير المؤقت (ثلاث دقائق) وذلك من أجل حماية الضاغط من التلف الناتج عن التشغيل المتكرر ويتوقف محرك مروحة الوحدة الداخلية FM_I عند زيادة الحمل عليه بفعل ريلاي زيادة الحمل $51F_I$علما بأن توقف محرك المروحة الداخلية يكون مصحوبا بتوقف الوحدة الخارجية نتيجة لفتح الريشة ($51F_I/95-96$) .

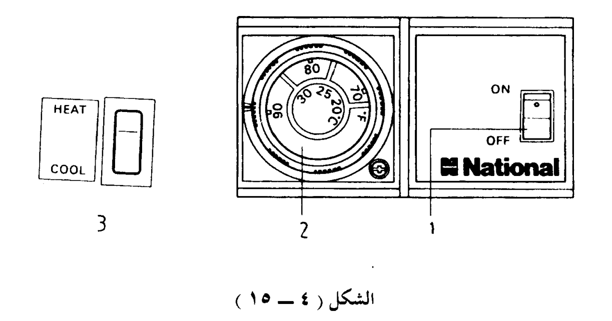
نظرية عمل الدائرة عند التسخين : ــ

حتى يصبح المكثف الذي بصدده قادر على التسخين يجب إضافة كونتاكتور السخان 52Hبين النقطتين I,D وكذلك إضافة دائرة الوقاية المؤلفة من ثرموستات السخان 26 ومصهر الحماية TF بين النقطتين 2,3 وإضافة الدائرة الرئيسية للسخان كما هو مبين بالشكل (٤ ــ ١٤) .

فعند وضع مفتاح التشغيل COS1على وضع ON ووضع ثرموستات الغرفة 23 على أحد أوضاع التسخين تغلق النقطة D وعند وضع مفتاح التسخين والتبريد COS_2 على وضع تسخين تغلق الريشة $COS_2/0-1$ فيكتمل مسار تيار المؤقت 2 والكونتاكتور $52F_1$ والريلاي الإضافي 52R وتعمل المروحة الداخلية FM_1وكذلك تغلق الريشة52R/3-5 والريشة 52R/4-6 وبعد مرور ثلاث دقائق تغلقه الريشة المؤقت 2/2-3 ويكتمل مسار التيار الكونتاكتور للسخان 52H فيغلق أقطابه الرئيسية ويعمل السخان H ويقوم ثرموستات الغرفة 23 بتنظيم عمل السخان H فيفصل عند الوصول لدرجة حرارة فصل الثرموستات 23 فينقطع مسار تيار كونتاكتور السخان 52H ومن ثم ينقطع التيار الكهربي عن السخان وعند انخفاض درجة حرارة الغرفة لدرجة حرارة وصل الثرموستات 23 تغلقه النقطة D مرة أخرى للثرموستات 23 ويكتمل مسار تيار كونتاكتور السخان 52H ومن ثم يعمل السخان وهكذا ،وينقطع التيار الكهربي عن السخان H عند ارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن عن 80 ^oC فتفتح ريشة ثرموستات السخان 26 وينقطع مسار تيار الريلاي الإضافي 52R ومن ثم ينقطع مسار تيار كونتاكتور السخان 52H وتباعا ينقطع التيار الكهربي عن السخان ولا يعمل السخان إلا بعد انخفاض درجة حرارة السخان إلى 50 ^oC فيغلق ريشة ثرموستات السخان 26 ويتكرر التشغيل بعد مرور ثلاثة دقائق .

أما إذا ارتفعت درجة حرارة الهواء الساخن عن 115 ^oC ينصهر مصهر السخان TF وينقطع مسار كلا من 2,52R ومن ثم ينقطع التيار الكهربي عن كونتاكتور السخان 52H وتباعا ينقطع التيار الكهربي عن السخان وعادة يحدث ذلك عند توقف المروحة الداخلية لسبب ما .

والشكل (٤ ــ ١٥) يعرض مكونات لوحة التشغيل لهذا المكيف .



الشكل (٤ ـــ ١٥)

حيث أن : ـــ

مفتاح التشغيل	1
الثرموستات الغرفة	2
مفتاح التسخين/التبريد	3

الدائرة الثانية : ـــ

الشكل (٤ ـــ ١٦) يعرض الدائرة الكهربية للوحدة الخارجية لمكيف مجزأ بضاغطين من إنتاج شركة الزامل للمكيفات بالمملكة العربية السعودية سعته التبريديـــة 30000 Kcal/hr أي 10TR طن تبريد .

حيث أن : ـــ

مكثف	CAP	قاطع الضغط المنخفض	LPS
قاطع دائرة	CB	مروحة المكثف	FM
سخان صندوق المرفق	C.HTR	نقاط توصيل إضافية	ATB
محول تيار	CLO	محول	TRANS
الضاغط	COMP	الثرموستات	T' STAT
دائرة إلكترونية	ECB	طرف الأرضي	LUG
قاطع الضغط العالي	HPS	توصيل بالموقع	- - - - - -

الخط الأول	L 1	طرف لا يستخدم	⊙
الخط الثاني	L 2	نقطة توصيل التعادل	NTB
الخط الثالث	L 3		
وصلة يمكن فكها	⊟		

ملاحظات :ـــ

١ ـــ يوضع الثرموستات T'STAT داخل المنطقة المطلوب تكييفها .

٢ ـــ الثرموستات المستخدم هو ثرموستات إلكتروني يمنع تشغيل الضاغط بعد توقفه إلا بعد مرور أربع دقائق .

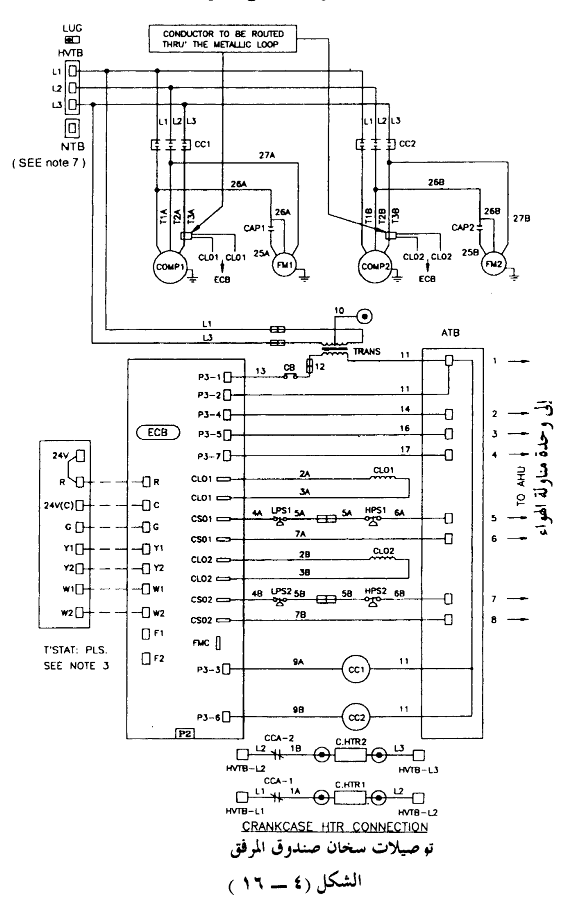
٣ ـــ الجهد بين الأطراف C و R للدائرة الإلكترونية EBC يساوي 24V تيار متردد والطرف G خاص بمروحة المبخر والطرف W1 خاص بالمرحلة الأولي ، والطـرف W2 خـاص بالمرحلة الثانية تسخين ، Y1 خاص بالمرحلة الأولي تبريد ، والطرف Y2 للمرحلة الثانيـة تبريد ،والطرف X1 يمكن توصيله بلمبة 24V مع الطرف C حيث تضئ اللمبـة عنـد حدوث زيادة حمل للضاغط .

٤ ـــ يجب توصيل التيار الكهربي للوحدة 12 ساعة علي الأقل قبل التشغيل لأول مـرة حـتى نتجنب تلف الضاغط ففي هذه المدة يقوم سخان صندوق مرفق الضاغط برفع درجـة حـرارة الضاغط ومن ثم يمنع وصول سائل مركب التبريد للضاغط أثناء توقفه .

٥ ـــ يعمل سخان صندوق المرفق C . HTR 1 أثناء توقف الضاغط COMP 1 فقط حيـث يستخدم ريشة مغلقة من كونتاكتور الضاغط CCA- 1 بالتوالي معها وبالمثل بالنسبة للسخان C . HTR 2 .

٦ ـــ في حالة تشغيل المكيف للتسخين يقوم الثرموستات بإعطاء إشارة للدائرة الإلكترونية لتشغيل السخان الأول HTR 1 كما سيتضح فيما بعد فإذا لم تتغير درجة حرارة الغرفة يقوم الثرموستات بإعطاء إشارة للدائرة الإلكترونية لتشغيل السخان الثاني HTR 2 .

موصلات على شكل حلقة



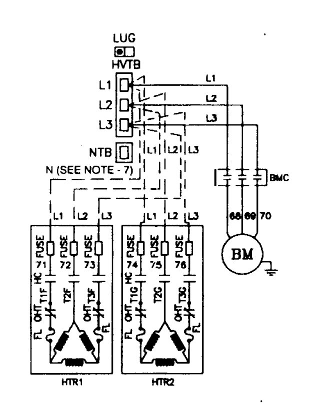
الشكل (٤ ــ ١٦)

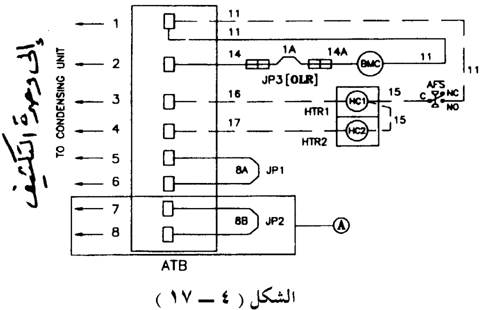
والشكل (٤ ــ ١٧) يبين الدائرة الكهربية للوحدة الداخلية للمكيف المجزأ الذي نحن بصدده

حيث أن : ــ

ريلاي زيادة الحمل الداخلي	OLR	الخط الأول	L 1
سخان	HTR	الخط الثاني	L 2
كونتاكتور مروحة المبخر	BMC	الخط الثالث	L 3
مفتاح التدفق	AFS	كوبري	JP
مصهر	FUSE	ثرموستات زيادة التسخين	OHT
ثرموستات إذابة الصقيع	FPT	نقاط توصيل إضافية	ATB
كونتاكتور السخان	HC	ثرموستات	T STAT
نقاط توصيل الجهد العالي	HVTB	طرف الأرضي	LUG
نقطة التعادل	NTB	توصيل بالموقع	- - - - -
محرك مروحة المبخر	BM	وصلة يمكن فكها	

والجدير بالذكر أن الأطراف 8 و 7 توصل مع الثرموستات ذات مرحلتي التبريد والذي يستخدم مع الوحدات الخارجية المزودة بضاغطين . كما أن مفتاح تدفق الهواء AFS يفتح ريشته عند توقف تدفق الهواء ومن ثم ينقطع مسار تيار الكونتاكتور HC 1 والكونتاكتور HC 2 فتتوقف السخانات عن العمل ، وتتوقف أيضاً السخانات عن العمل عند ارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن عن $80\ ^{o}C$ نتيجة لفتح ريش عنصر الوقاية الحراري OHT كما أن السخانات تتوقف نهائياً عن العمل عند ارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن الخارج من المكيف عند $120\ ^{o}C$ نتيجة لانصهار المصهرات الحرارية FL والتي تحتاج لاستبدالها مرة أخري .





الشكل (٤ ــ ١٧)

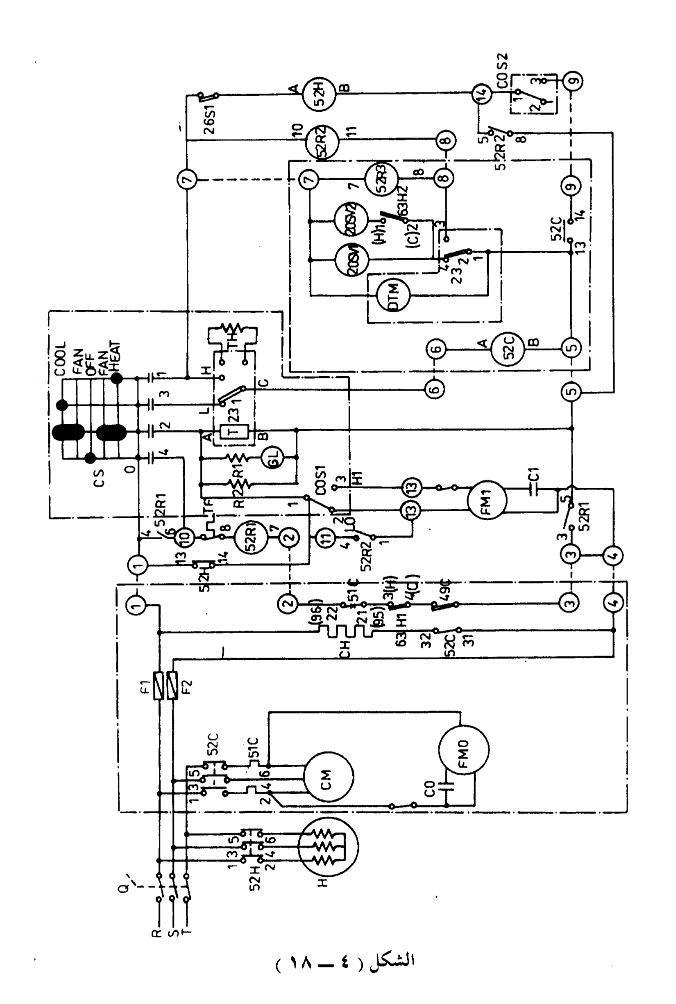
الدائرة الثالثة : ــ

الشكل (٤ ــ ١٨) يعرض الدائرة الكهربية لمكيف مجزأ ناشيونال نفخ مباشر يوضع علـــي الأرض (تبريد وتسخين) بدورة معكوسة .

حيث أن : ــ

محرك الضاغط	CM	أطراف توصيل الدائرة الرئيسية	TM
محرك المروحة الخارجية	FM_O	أطراف توصيل دائرة التحكم	Tm
محرك المروحة الداخلية	FM_I	مصهر حراري ينصهر عند 115 °C	TF

كونتاكتور الضاغط	52 C	محرك مؤقت إذابة الصقيع	DTM
ريلاي زيادة حمل الضاغط	51 C	صمام عكس الدورة	$20\ SV_1$
كونتاكتور السخان	52 H	صمام المسار البديل	$20\ SV_2$
قاطع الضغط العالي	$63\ H_1$	ريلاى قدرة داخلي	$52\ R_1$
قاطع الضغط العالي المخصص للمسار البديل	$63\ H_2$	ريلاى قدرة داخلي	$52\ R_2$
سخان كهربي	H	ريلاى قدرة خارجي	$52\ R_3$
سخان صندوق مرفق الضاغط	CH	مصهر	F_1 , F_2
ثرموستات السخان	26 S 1	مفتاح سرعة المروحة	COS_1
عنصر الوقاية الحراري للضاغط	49 C	مفتاح تشغيل وإيقاف السخان	COS_2
ثرموستات الغرفة	23_1	مفتاح التحكم الرئيسي	CS
ثرموستات إذابة الصقيع	23_2	لمبة بيان خضراء	GL
مكثف المروحة الداخلية	C_1	مقاومات	R_1 , R_2
مكثف المروحة الخارجية	C_O		



الشكل (٤ ــ ١٨)

نظرية التشغيل : ـــ

حتي يسهل علينا استيعاب نظرية التشغيل سنستعين بجدول الوظيفة لمفتاح التحكم CS والمبين بالجدول .

الجدول(٤ ـــ ١)

ريشة المفتاح / أوضاع التشغيل	0 4	0 2	0 3	0 1
تبريد COOL	مفتوح	مغلق	مغلق	مفتوح
مروحة FAN	مفتوح	مفتوح	مفتوح	مفتوح
إيقاف OFF	مغلق	مغلق	مفتوح	مفتوح
تسخين HEAT	مفتوح	مفتوح	مفتوح	مغلق

وفيما يلي حالات التشغيل المختلفة :ـــ

١ ـــ حالة التبريد COOL

عند تغيير وضع مفتاح التحكم من وضع OFF إلى وضع COOL تغلق الريش 2 0 و 0 3 وعند وضع ثرموستات الغرفة 23_1 علي وضع L تدور المروحة الداخلية FM_1 بالسرعة المنخفضة إذا كان مفتاح المروحة COS_1 علي وضع LO وبالسرعة العالية إذا كان مفتاح المروحة COS_1 علي وضع HI وتضئ لمبة البيان الخضراء GL ويكتمل مسار تيار كلاً من الكونتاكتور 52 C حيث أن ريلاى القدرة $52\ R_1$ يكون في وضع تشغيل ويعمل كلاً من الضاغط CM والمروحة الخارجية FM_O ويقوم ثرموستات الغرفة 23_1 بالتحكم في وصل وفصل الضاغط تبعاً لدرجة حرارة الغرفة . والجدير بالذكر أن مسار تيار سخان صندوق المرفق CH يكون مكتمل أثناء توقف الضاغط فقط ويعمل علي رفع درجة حرارة الضاغط فيمنع الإرتداد العكسي لسائل مركب التبريد أثناء البدء ومن ثم يمنع تلف صمامات الضاغط وتكون قدرة سخان صندوق المرفق حوالي (25 : 80 W) .

٢ ـــ حالة التوقف OFF

عند وضع مفتاح التحكم **CS** علي وضع **OFF** تغلق الريشة **O-4** فيكتمل مسار تيار ريلاى القدرة $52\ R_1$ فيغلق الريلاي ريشة المفتوحة **$52\ R_1 / 4-6$ و $52\ R_1 / 3-5$**.

٣ – حالة التسخين HEAT : –

عند تغيير وضع مفتاح التحكم من وضع التوقف OFF الى وضع التسخين HEAT تغلق الريش 2 – 0 و 1 – 0 وعند وضع ثرموستات الغرفة 23_1 علي وضع تسخين تغلق الريشة C H – فتدور المروحة الداخلية FM_I بالسرعة المنخفضة إذا كان مفتاح المروحة COS_1 علي وضع LO أو بالسرعة العالية إذا كان مفتاح المروحة COS_1 علي وضع HI ويكتمل مسار تيار الصمام العاكس للدورة 20 SV_1 ومؤقت إذابة الصقيع DTM وكذلك يكتمل مسار تيار الكونتاكتور 52 C فيدور الضاغط CM والمروحة الخارجية FM_O ولكن يعمل المكيف كمضخة حرارية نتيجة لعمل الصمام العاكس 20 SV_1 أو عند انخفاض درجة حرارة المبادل الحراري الخارجي عن 5 °C –تغلق الريشة 3 – 1 / 23_2 فينقطع التيار الكهربي عن الصمام العاكس 20 SV_1 ويكتمل مسار تيار ريليهات القدرة 52 R_2 , 52 R_3 فتنعكس ريش هذه الريليهات فتعمل المروحة الداخلية FM_1 بالسرعة المنخفضة بدلاً من السرعة العالية ويكتمل مسار تيار الكونتاكتور 52 H ويعمل السخان H علي تسخين الغرفة . وبعد انتهاء زمن إذابة الصقيع ووصول درجة حرارة المبادل الحراري الخارجي الي أكثر من 10 °C حيث تغلق الريشة (23_2 / 1 – 4) فينقطع مسار تيار 52 R_3 , 52 R_2 , 52 H ويفصل السخان وتعود سرعة المروحة الداخلية FM_I لسرعتها المضبوطة من قبل المستخدم وكذلك يكتمل مسار تيار المروحة الخارجية FM_O وتعود للعمل مرة أخري .

ويمكن تشغيل السخان بصفة مستديمة وذلك بغلق مفتاح السخان COS_2 فتغلق الريشة 2 – 1 / COS_2 ويكتمل مسار الكونتاكتور 52 H أثناء عمل الكونتاكتور 52 C الخاص بمحرك الضاغط وكذلك أثناء وضع مفتاح التحكم C S علي وضع تسخين HEAT .

وفي حالة ارتفاع درجة الحرارة الخارجية يرتفع ضغط خط الطرد للضاغط وعند وصول ضغط الطارد إلى 22 bar يعمل قاطع الضغط 63 H_2 فيغلق ريشته ويكتمل مسار تيار صمام المسار البديل 20 SV_2 ومن ثم يحدث هروب لجزء من سائل مركب التبريد عبر صمام المسار البديل ومروراً بالأنبوبة الشعرية والمجمع ومن ثم تنخفض درجة حرارة بخار مركب التبريد الذي يصل إلى خط سحب الضاغط ومن ثم ينخفض ضغط طرد الضاغط .

وعند وصول الضغط لمقاس لطرد الضاغط إلى 19 bar تفتح ريشة قاطع الضغط العالي 63 H_2 من جديد فينقطع مسار تيار الصمام البديل 20 SV_2 ونعود لوضع التشغيل الطبيعي للمضخة الحرارية .

وفيما يلي أهم المشاكل التي قد تحدث أثناء عمل المكيف

١ — زيادة الحمل علي محرك الضاغط فيفصل ريلاي زيادة حمل الضاغط 51 C ريشته المغلقة 22 – 21 ويتوقف الضاغط .

٢ — ارتفاع درجة حرارة الضاغط فيفصل عنصر الوقاية الحراري الداخلي الضاغط 49 C ويتوقف الضاغط .

٣ — زيادة ضغط طرد الضاغط عن 30 bar : 24 فيفتح قاطع الضغط العالي $63\ H_1$ ريشته المغلقة $63\ H_1 / 3 - 4$ ويتوقف الضاغط ويعود قاطع الضغط العالي $63\ H_1$ لوضعه الطبيعي عند وصول ضغط الطرد إلى (18 : 22 bar)

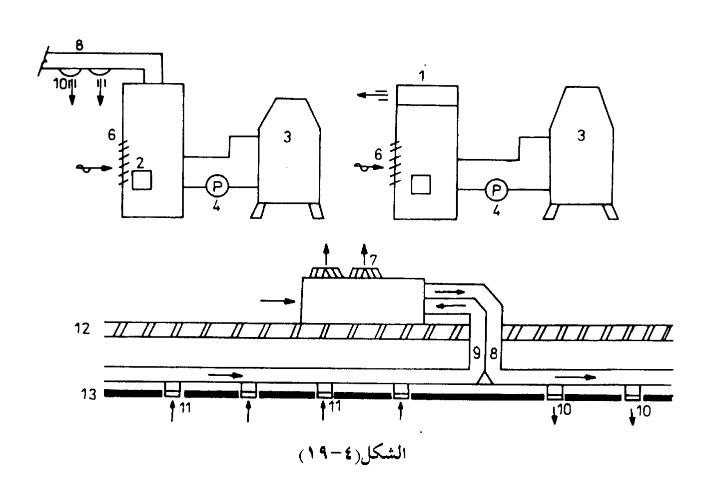
٤ — ارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن الخارج من المكيف عن 80 °C فيفصل ثرموستات السخان $26\ S_1$ وينقطع مسار الكونتاكتور 52 H ومن ثم يتوقف السخان ويعود ثرموستات السخان لوضعه الطبيعي عند 50 °C .

٥ — عند ارتفاع درجة حرارة الهواء الساخن الخارج من المكيف عن 115 °C ينصهر المصهر الحراري TF ومن ثم ينقطع مسار تيار الكونتاكتور 52 H ويتوقف السخان وهذا يمنع حدوث تلف لعنصر السخان وفي هذه الحالة نحتاج لاستبدال المصهر .

والجدير بالذكر أنه لإعادة عمل المكيف للوضع الطبيعي بعد هذه المشاكل يلزم إعادة وضع مفتاح التحكم CS علي وضع OFF ومعرفة سبب المشكلة ومعالجتها ثم بعد ذلك إعادة وضع مفتاح التحكم CS لوضع التشغيل مرة أخري .

٤ — ٤ المكيفات المجمعة Package Ac

تستخدم المكيفات المجمعة في الاستخدامات التجارية مثل المكاتب الكبيرة والسوبر ماركتات وصالات الأفراح والمساجد ...الخ وكذلك في التكييف المركزي للمنازل والفلل الصغيرة وتتراوح سعاتها التبريدية من (5 : 30 TR) طن تبريد وتتميز هذه المكيفات بتجمع جميع عناصر دورة التبريد والدائرة الكهربية في وحدة واحدة . والشكل (٤ — ١٩) يعرض نماذج مختلفة للمكيفات المجمعة .



الشكل(٤-١٩)

حيث أن : ـــ

مكيف مجمع تبريد ماء	1	قنوات هواء الإمداد	8
الضاغط	2	قنوات الهواء الراجع	9
برج التبريد	3	جريلة إمداد	10
مضخة الماء	4	جريلة الهواء الراجع	11
مخرج الهواء المكيف	5	السطح	12
مدخل الهواء العادم	6	سقف مستعار (معلق)	13
مكيف مجمع تبريد هواء يوضع علي السطح	7		

فالشكل (أ) لمكيف مجمع يوضع علي الأرض نفخ حر تبريد ماء .

والشكل (ب) لمكيف مجمع يوضع علي الأرض مزود بقنوات إمداد تبريد ماء .

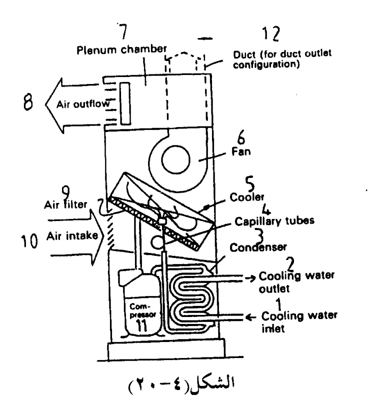
والشكل (ج) لمكيف مجمع يوضع فوق السطوح مزود بقنوات إمداد وقنوات هواء راجـــع تبريد هواء .

٤ — ٤ — ١ المكيفات المجمعة التي تثبت علي الأرض تبريد ماء

الشكل (٤ — ٢٠) يعرض أجزاء الوحدة الأساسية للمكيفات المجمعة التي تثبت علي الأرض نفخ حر تبريد ماء من إنتاج شركة Mitsubishi.

حيث أن : —

مدخل ماء التبريد	1	غرفة نفخ الهواء	7
مخرج ماء التبريد	2	الهواء المكيف الخارج	8
المكثف	3	مرشح هواء الراجع	9
أنبوبة شعرية	4	الهواء الراجع	10
المبخر	5	الضاغط	11
مروحة طاردة مركزية	6	قنوات إمداد هواء	12



الشكل(٤-٢٠)

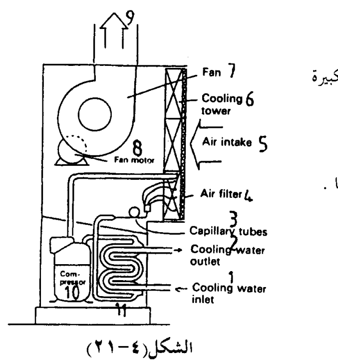
والجدير بالذكر أنه يمكن جعل مخرج الهواء عن طريق قنوات إمداد وذلك باستبعاد غرفة نفخ الهواء Plenum Chamber .

والشكل (٤ — ٢١) يعرض أجزاء الوحدة الأساسية لمكيف مجمع يثبت علي الأرض تبريد ماء مزود بقنوات إمداد من إنتاج شركة Mitsubishi

حيث أن : —

مدخل ماء التبريد	1	مروحة طاردة مركزية	7
مخرج ماء التبريد	2	محرك المروحة	8
الأنبوبة الشعرية	3	الهواء المكيف	9
مرشح الهواء الراجع	4	الضاغط	10

الهواء الراجع	5	المكثف	11
المبخر	6		



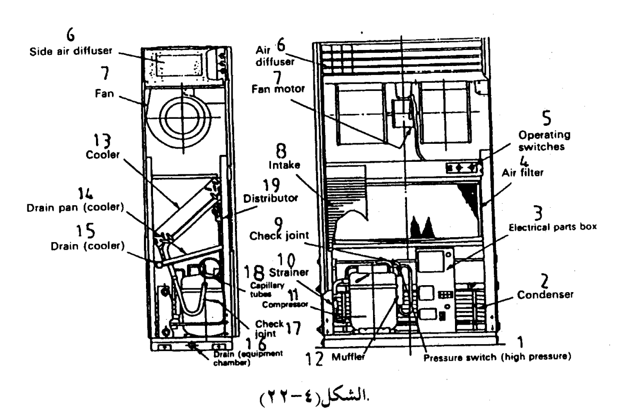
الشكل(٤-٢١)

والجدير بالذكر أنه في حالة السعات الكبيرة التي تصل إلى 25 TR طن تبريد فإنه يتم تقسيم دائرة التبريد لعدة دورات تبريد كل واحدة تعمل بضاغط محكم القفل خاص بها .

والشكل (٤ ــ ٢٢) يعرض المسقط الرأسي والجانبي للوحدة الأساسية لمكيف مجمع بتـــبريد ماء نفخ حر له سعة تبريدية 5 TR من إنتاج شركة Mitsubishi .

حيث أن : ــ

قاطع الضغط العالي	1	الضاغط	11
مكثف	2	كاتم صوت	12
صندوق الوصلات الكهربية	3	مبخر	13
مرشح الهواء	4	وعاء تجميع الماء المتكاثف	14
مفاتيح التشغيل	5	خرطوم صرف الماء	15
موزع الهواء	6	غرفة تجميع الماء المتكاثف أسفل المكيف	16
محرك المروحة	7	وصلة فحص	17
مدخل الهواء الراجع	8	أنبوبة شعرية	18
وصلة فحص	9	موزع	19
مرشح / فاصل ماء	10		



الشكل(٤-٢٢).

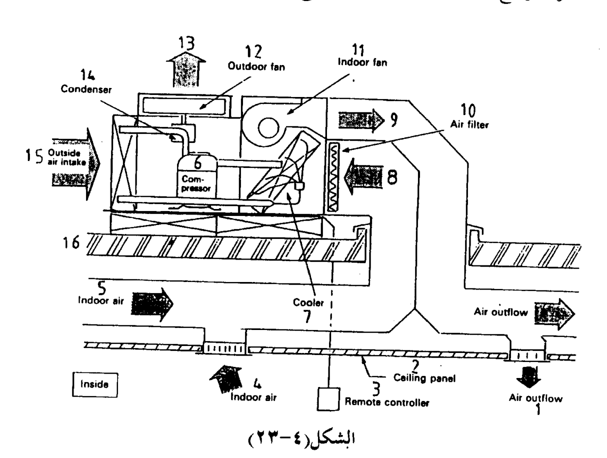
٤ ــ ٤ ــ ٢ المكيفات المجمعة التي توضع فوق السطح . Roof Top Pac

تستخدم المكيفات المجمعة التي توضع فوق السطوح لتكييف المساحات الكبيرة مثل الســـوبر ماركتات أو صالات الأفراح أو المساجد وكذلك في تكييف غرف المنازل الصغيرة . ويتم نقـــل الهواء المكيف إلى المناطق المطلوب تكييفها بواسطة قنوات إمداد وكذلك يتم إعادة الهواء الراجـــع من المكان المطلوب تكييفه إلى المكيف عبر قنوات الهواء الراجع وعادة تصمم هذه المكيفات للعمل في عوامل التعرية الطبيعية . والشكل (٤ ــ ٢٣) يبين تركيب مكيف مجمع من النـــوع الـــذي يوضع فوق السطح تبريد هواء من صناعة شركة Mitsubishi .

حيث أن : ــ

شبكة خروج الهواء البارد	1	قناة الهواء المكيف	9
السقف المعلق	2	مرشح الهواء	10
لوحة التحكم من بعد	3	مروحة المبخر	11
شبكة رجوع الهواء من الغرفة	4	مروحة المكثف	12
الهواء الراجع	5	مسار الهواء الناتج عن تبريد المكثف	13

14	المكثف	6	الضاغط
15	مسار الهواء الجوي الداخل لتبريد المكثف	7	المبخر
16	السطح	8	قناة الهواء الراجع



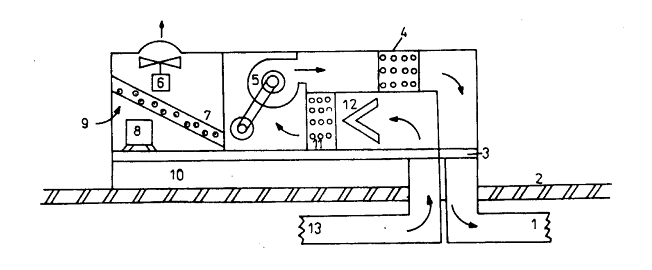
الشكل(٤-٢٣)

والجدير بالذكر أن هذه المكيفات تتألف من وحدة واحدة مشحونة في المصنع .

والشكل (٤ ـــ ٢٤) يبين تركيب مكيف مجمع تبريد هواء من النوع الذي يوضع فوق السطح ومزود بعنصر تسخين كهربي .

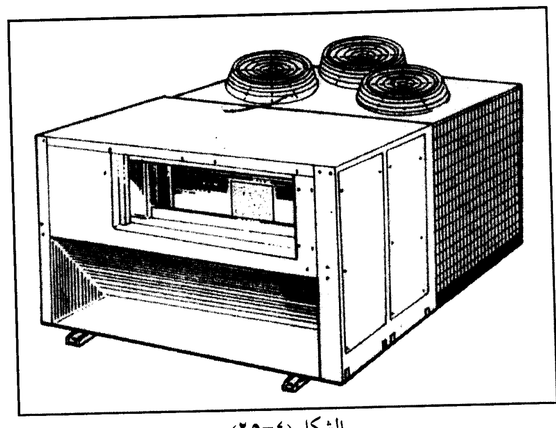
حيث أن :-

8	الضاغط	1	قناة الهواء المكيف المتجه للغرفة
9	دخول الهواء الجوى لتبريد المكثف	2	السطح
10	قاعدة ارتكاز المكيف على السطح	3	قاعدة المكيف
11	ملف المبخر	4	عنصر التسخين
12	مرشح الهواء الراجع	5	مروحة طاردة مركزية
13	قناة الهواء الراجع من الغرفة	6	مروحة المكثف
14		7	ملف المكثف



الشكل(٤-٢٤)

والشكل (٤-٢٥) يعرض نموذج لمكيف مركزي مجمع من إنتاج شركة TOSHIBA سعته التبريدية 12TR طن تبريد تثبت فوق السطح وبقنوات .

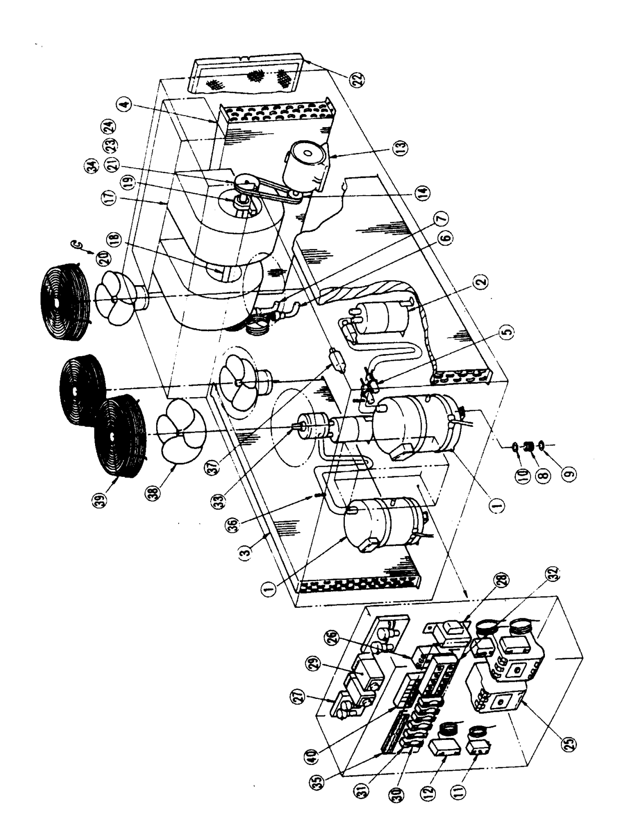


الشكل (٤-٢٥)

والشكل (٤ ــ ٢٦) يعرض الأجزاء المفككة لهذا المكيف .

حيث أن : ــ

الرقم	الجزء	الرقم	الجزء
1	طاردة المروحة	21	ضاغط
2	مرشح الهواء	22	المجمع
3	مفتاح	23	المكثف
4	كونتاكتور	24	مبخر
5	ريلاي زيادة الحمل	25	صمام تصريف الضغط الزائد
6	محول	26	موزع
7	مؤقت زمني	27	موزع
8	مصهر	28	قاعدة وزنبرك
9	قاعدة المصهر	29	غطاء سفلي للياي
10	أطراف توصيل	30	غطاء علوي للياي
11	محرك المروحة	31	قاطع ضغط عالي
12	سير 3 V للمروحة	32	قاطع ضغط منخفض
13	أطراف توصيل	33	محرك المروحة
14	نقطة اختبار	34	طارة المحرك
15	مجفف	35	مروحة طاردة مركزية
16	مروحة عمودية	36	عمود
17	شبكة مروحة	37	كرسي محور
18	أطراف توصيل	38	وردة زنبركيه



الشكل(٤-٢٦)

٤-٥دورات تبريد المكيفات المجمعة

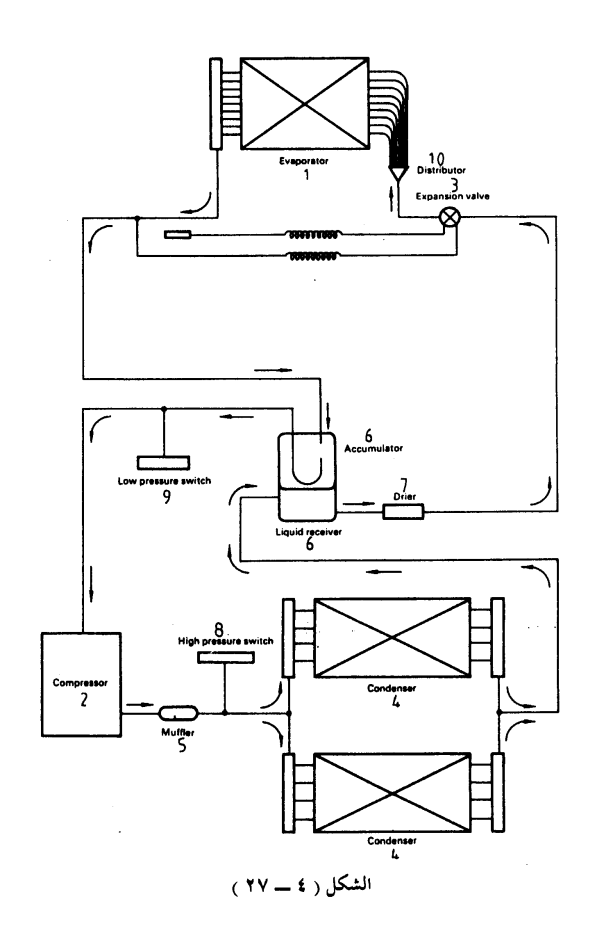
الدورة الأولي : ـــ

الشكل (٤ ـــ ٢٧) يعرض دورة تبريد مكيف مجمع من إنتاج شـــركة Toshiba ســـعته التبريدية 6 TR طن تبريد .

حيث أن : ـــ

المبخر	1
الضاغط	2
صمام تمدد حراري بوصلة تعادل خارجية	3
مكثف مقسوم	4
كاتم صوت	5
مجمع مع خزان سائل	6
مجفف / مرشح	7
قاطع ضغط عالي	8
قاطع ضغط منخفض	9
موزع سائل	10

ويستخدم موزع السائل لتوزيع سائل التبريد في المبخر المقسم للعديد من الدوائر للحد مـــــن الانخفاض الشديد في الضغط داخل المبخر وكذلك من أجل التوزيع المنتظم لمركب التبريد الخـــارج من صمام التمدد الحراري في جميع أجزاء المبخر ، ويجمع مجمع السائل وخزان السائل في وعـــــاء مقسوم داخلياً ليعمل كمبادل حراري فيزداد تحميض غاز مركب التبريد المتجه للضاغط ويـــزداد تبريد سائل مركب التبريد المتجه للمبخر . وأيضاً يتم تقسيم المكثف لمكثفين وكلا منـــــها يتـــم تقسيمه داخلياً لمجموعه من الدوائر للحد من الانخفاض المفرط في الضغط .


Evaporator
1
10
Distributor
3
Expansion valve
6
Accumulator
Low pressure switch
9
7
Drier
Liquid receiver
6
8
High pressure switch
Compressor
2
Condenser
4
Muffler
5
Condenser
4

الشكل (٤ ــ ٢٧)

الدورة الثانية : ــ

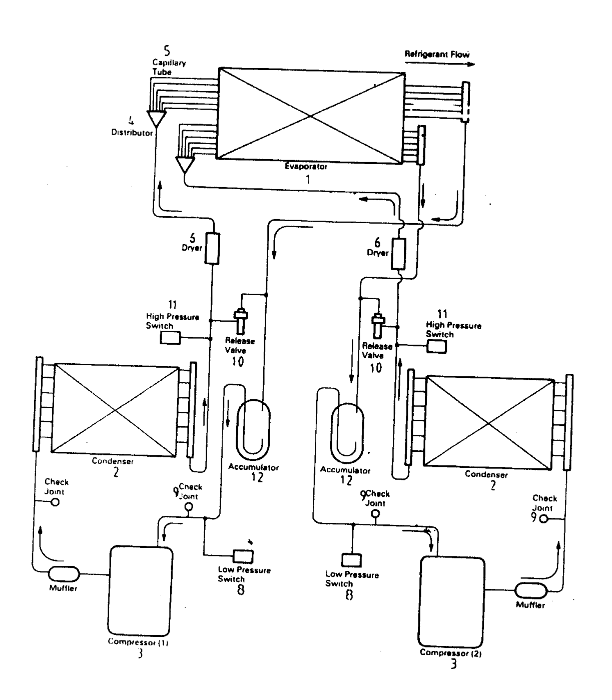
الشكل (٤ ــ ٢٨) يعرض دورة تبريد لمكيف مجمع من إنتاج شــــركة Toshiba ســـعته التبريدية 12 TR طن تبريد .

حيث أن : ــ

مبخر	1	كاتم صوت	7
مكثف	2	قاطع ضغط منخفض	8
ضاغط	3	نقطة فحص	9
موزع	4	صمام تصريف الضغط الزائد	10
أنابيب شعرية	5	قاطع ضغط عالي	11
مجفف / مرشح	6	مجمع السائل	12

ويلاحظ أن دورة التبريد تتكون من دورتين تبريد منفصلتين عن بعضهما تماماً ومشـتركتين في المبخر حيث تم تقسيم المبخر داخلياً لقسمين منفصلتين ويتم تغذية كلاً منهما من موزع ســــائل ومجموعة من الأنابيب الشعرية وذلك لتقليل فقد الضغط في كل قسم . ويســـتخدم لكـــل دورة ضاغط محكم القفل وحيث أن السعة الإجمالية لدورة التبريد 12 TR لذلك يجب أن تكون ســـعة كل ضاغط لا تقل عن 6 TR طن تبريد .

أما مجمع السائل فهو يعمل علي منع وصول سائل مركب التبريد إلى خط سحب الضــاغط . بينما يقوم صمام تصريف الضغط الزائد بتصريف الضغط الزائد في خط السائل (الخط الواصل بين المكثف وموزع السائل) إلى خط سحب الضاغط وبذلك يمنع تجاوز ضغط المكثف إلى حدود غير آمنة لأن زيادة ضغط المكثف يعمل علي زيادة الحمل علي الضاغط ومن ثم فقد يتلف الضــاغط . وتستخدم نقاط الفحص في قياس ضغط سحب وضغط طرد الضاغط إما بواسطة عداد ضغـط أو تجهيزة عدادات القياس .



الشكل (٤ ــ ٢٨)

الدورة الثالثة : ــ

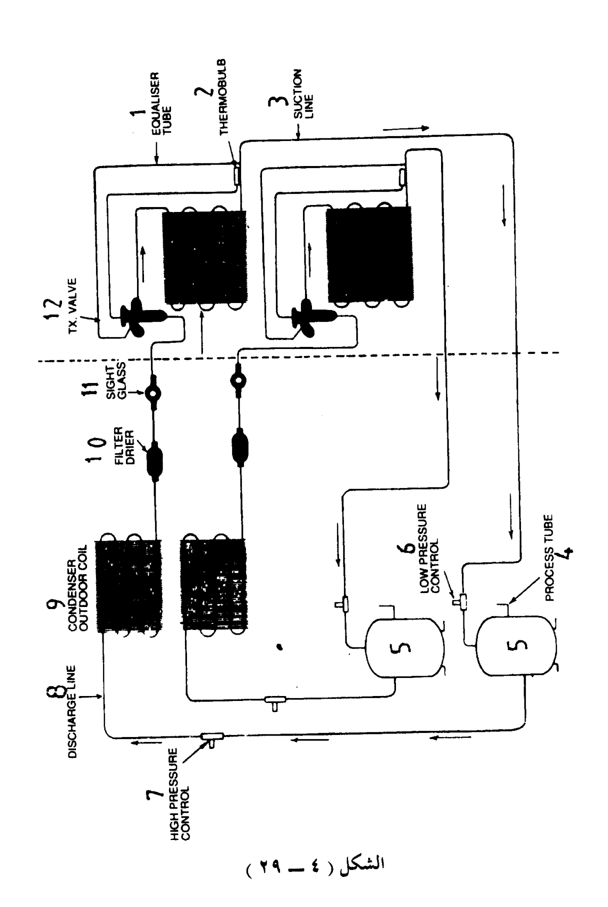
الشكل (٤ ــ ٢٩) يعرض دورة تبريد مكيف مجمع من إنتاج شركة الزامــــل الســـعودية للمكيفات حيث يتم تقسيم دورة التبريد لدورتين مستقلتين كل دورة سعتها التبريدية 6 TR طن تبريد فتكون السعة الإجمالية للدورة هي 12 TR طن تبريد .

عناصر دورة التبريد : -

ماسورة تعادل الضغط	1	قاطع الضغط العالي	7
بصيلة صمام التمدد	2	خط الطرد	8
خط السحب	3	مكثف	9
فتحة خدمة الضاغط	4	مرشح / مجفف	10
الضاغط	5	زجاجة بيان	11
قاطع الضغط المنخفض	6	صمام تمدد حراري بوصلة تعادل خارجية	12

ويقوم صمام التمدد الحراري بالتحكم في معدل تدفق مركب التبريد المتوجه للمبخر بمعـــدل يتناسب مع معدل تبخر الفريون في المبخر ومن ثم يمنع عودة سائل مركب التبريد للضاغط . حيث يقوم صمام التمدد الحراري بالتحكم في معدل تدفق مركب التبريد إلى المبخـــر تبعـــاً لدرجـــة التحميص المضبوط عليها الصمام والتي تعني مقدار زيادة درجة حرارة الغاز الخارج من المبخر عن درجة حرارة التشبع .

وتستخدم زجاجة البيان في مساعدة فنيين الصيانة علي التعرف على حالة دورة التبريد مـــن حيث نقص شحنة مركب التبريد ووجود رطوبة في دورة التبريد .



1 EQUALISER TUBE
2 THERMOBULB
3 SUCTION LINE
12 TX. VALVE
11 SIGHT GLASS
10 FILTER DRIER
9 CONDENSER OUTDOOR COIL
8 DISCHARGE LINE
7 HIGH PRESSURE CONTROL
6 LOW PRESSURE CONTROL
5
5
4 PROCESS TUBE

الشكل (٤ ــ ٢٩)

٤ ــ ٦ الدوائر الكهربية للمكيفات المجمعة تبريد هواء

الدائرة الأولي : ــ

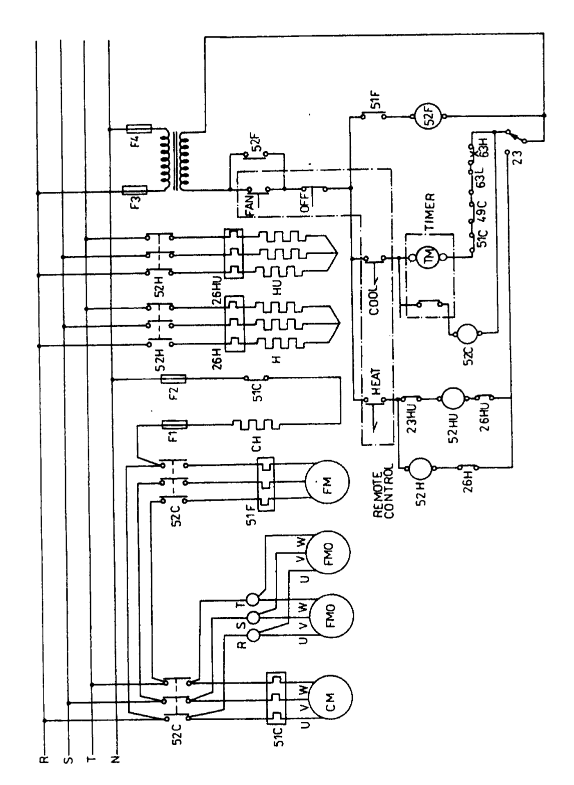
الشكل (٤ ــ ٣٠) يعرض الدائرة الكهربية لمكيف مجمع من صناعة شركة Toshiba سعته التبريدية 6 TR طن تبريد .

حيث أن : ــ

الضاغط	CM	قاطع ضغط منخفض	63 L
محرك مروحة المبخر	FM	محول	TR
محرك مروحة المكثف	FM_O	مؤقت زمني	TM
كونتاكتور الضاغط	52 C	ثرموستات الغرفة	23
كونتاكتور مروحة المبخر	52 F	سخان كهربي	H
متمم زيادة حمل الضاغط	51 C	وحدة الترطيب	HU
متمم زيادة حمل مروحة المبخر	51 F	كونتاكتور السخان	52 H
مصهرات سخان صندوق مرفق الضاغط	F_1 و F_2	كونتاكتور وحدة الترطيب	52 HU
مصهرات دائرة التحكم	F_3 و F_4	ريلاي زيادة تيار السخان الكهربي	26 H
سخان صندوق المرفق	CH	ريلاي زيادة التيار لوحدة الترطيب	26 HU
ريلاي زيادة حمل داخلي للضاغط	49 C	مجس الرطوبة	23 HU
قاطع ضغط العالي	63 H		

نظرية التشغيل:-

تحتوى لوحة التحكم من بعد Remote Control علي مفتاح التبريد Cool ومفتاح التسخين Heatوضاغط تشغيل المروحة FAN وضاغط إيقاف المروحة Off .


R
S
T
N
F3
F4
52F
FAN
OFF
52H
26HU
HU
52H
26H
H
F2
51C
F1
CH
52C
51F
FM
FMO
FMO
R
S
T
U
V
W
52C
51C
CM
51F
52F
63H
63L
49C
51C
23
TIMER
TM
COOL
HEAT
52C
REMOTE
CONTROL
23HU
52HU
26HU
52H
26H

الشكل (٤ ــ ٣٠)

تشغيل المروحة : —

عند الضغط علي ضاغط FAN يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور 52 F ويحدث إبقـــاء ذاتي لمسار تيار الكونتاكتور 52 F بعد إزالة الضغط علي ضاغط FAN بواسطة الريشة المفتوحة 52 F ويغلق الكونتاكتور 52 F أقطابه الرئيسية وتدور مروحة المبخر FM .

ويمكن إيقاف المروحة بواسطة الضاغط Off فعند الضغط عليه ينقطـــع مســـار تيـــار ملـــف الكونتاكتور 52 F وتباعاً تعود أقطاب الكونتاكتور 52 F لوضعها الطبيعي وتتوقف مروحـــة المبخر FM .

تشغيل الوحدة للتبريد : -

بعد تشغيل المروحة يمكن تشغيل الوحدة للتبريد بالضغط علي مفتاح التبريد Cool فيكتمـــل مسار تيار كلا من المؤقت الزمني TM وبعد تأخير دقيقتين يغلق المؤقت ريشته المفتوحة فيكتمـــل مسار تيار ملف الكونتاكتور 52 C ويدور الضاغط CM وكذلك تعمل مراوح المكثف FMO ويقوم ثرموستات الغرفة 23 بفصل ووصل الضاغط ومراوح المكثف تبعاً لدرجة حرارة الغرفـــة ويقوم المؤقت TM بتأخير عمل كونتاكتور الضاغط 52 C دقيقتين عند إعادة التشـــغيل لمنـــع حدوث بدء متكرر للضاغط فالبدء المتكرر يؤدي لتلف صمامات الضاغط نتيجة لزيادة الحمل علي الضاغط الناتج عن ضغط الطرد العالي .

تشغيل الوحدة للتسخين : —

بعد تشغيل المروحة يمكن تشغيل الوحدة للتسخين HEAT وذلك بضبط الثرموستات الغرفـة 23 علي وضع تسخين بالضغط علي المفتاح الانضغاطي HEAT فيكتمل مســـار كـــلا مـــن الكونتاكتور 52 HU و 52 H فيعمل كلا من السخان وكذلك وحدة الترطيب .

ووحدة الترطيب Humidifier تتكون من وعاء يتم التحكم في ملئه بواسطة صمـــام عوامـــة موصـــل بالمصدر العمومي للمـــاء ويوجـــد بداخل هذا الوعاء ســـخان HU مغمور في الماء فعند عمله يتبخر الماء في الهواء فتزداد نسبة الرطوبة بالجو ،

الشكل (٤ — ٣١)

والشكل (٤ — ٣١) يبين مخطط توضيحي لمبخر الوعاء .

ملاحظات : —

١— توجد أربعة حمايات للضاغط وهم كما يلي : —

أ — متمم زيادة الحمل للضاغط 51 C .

ب — عنصر وقاية حراري داخلي للضاغط 49 C

ج — قاطع ضغط منخفض 63 L

د — قاطع ضغط عالي 63 H

فعند عمل أحد هذه العناصر أثناء عمل الضاغط عند التبريد ينقطع مسار تيار مؤقت إذابة الصقيع TM فتعود ريشة المؤقت مفتوحة وينقطع مسار التيار عن ملف كونتاكتور الضاغط ويتوقف . ولا يمكن إعادة تشغيل الضاغط إلا بعد مرور دقيقتين علي الأقل بعد إزالة أسباب الفصل .

٢ — عند زيادة الحمل علي مروحة المبخر FM يوقف محرك مروحة المبخر نتيجة لفصل متمم زيادة الحمل 51 F وتباعاً تتوقف الوحدة بأكملها .

٣ — توجد حماية لعنصر التسخين من زيادة الحمل بواسطة متمم زيادة الحمل 26 H .

٤ — توجد حماية لعنصر التسخين لوحدة الترطيب من زيادة الحمل بواسطة متمم زيادة الحمل 26 HU .

٥ — يعمل مجس الرطوبة 23 HU لوصل وفصل سخان وحدة الترطيب تبعاً لمستوي الرطوبة النسبية في الجو .

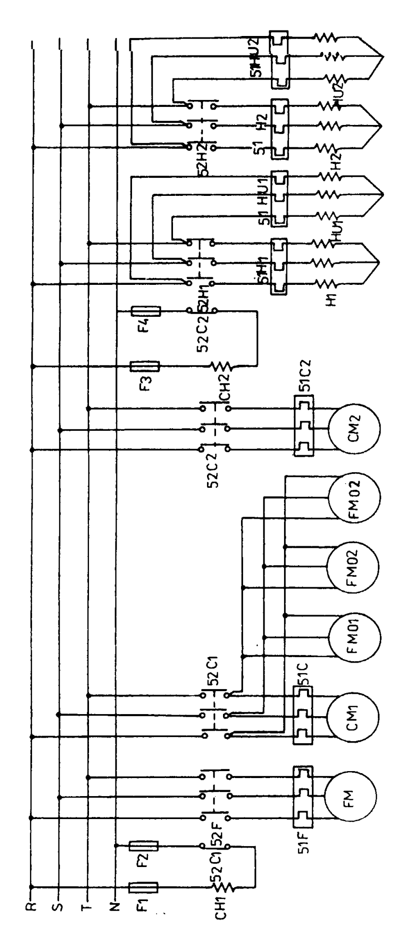
الدائرة الثانية : —

الشكل (٤ — ٣٢) يعرض الدائرة الكهربية لمكيف مجمع تبريد هواء يوضع فوق السطح من إنتاج شركة Toshiba سعته التبريدية 12 TR طن تبريد .

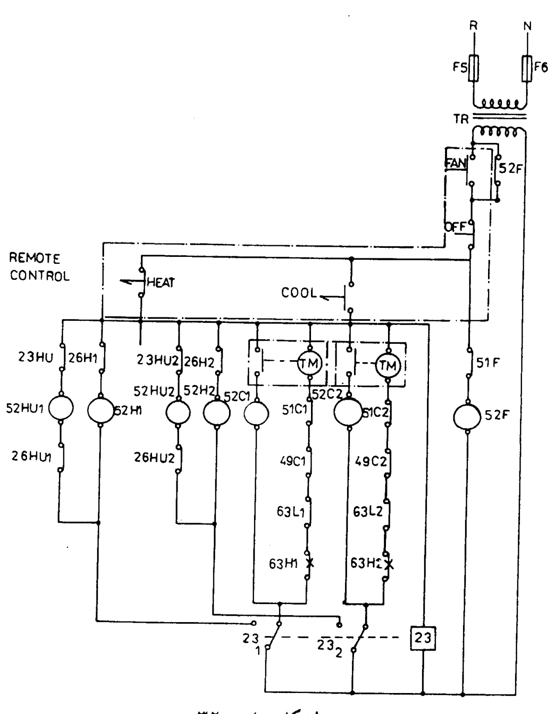
حيث أن : —

ضواغط	CM_1 و CM_2
محرك مروحة المبخر	FM
محركات مراوح المكثفات	FMO_1 و FMO_2 و FMO_3
كونتاكتور الضواغط	52 C_1 و52 C_2
كونتاكتور مروحة المبخر	52 F
متمم زيادة حمل الضواغط	51 C_1 و 51 C_2

متمم زيادة حمل المروحة	$51\ F$
مصهر سخان صندوق المرفق	F_1 و F_2 و F_3 و F_4
مصهر دائرة التحكم	F_5 و F_6
سخان صندوق المرفق	CH_1 و CH_2
متمم زيادة حمل داخلي للضواغط	$49\ C_1$ و $49\ C_2$
قاطع ضغط عالي	$63\ H_1$ و $63\ H_2$
قاطع ضغط منخفض	$63\ L_1$ و $63\ L_2$
مؤقت زمني	TM_1 و TM_2
ثرموستات الغرفة مرحلتين	23_1 و 23_2
محول	TR
ضاغط تشغيل المروحة	FAN
ضاغط إيقاف الوحدة	OFF
مفتاح التسخين	HEAT
مفتاح التبريد	COOL


R
S
T
N
F1
F2
F3
F4
CH1
CH2
52C1
52F
51F
FM
52C1
51C
CM1
FM01
FM02
FM02
52C2
51C2
CM2
52C2
52H1
51H1
H1
51HU1
HU1
52H2
51 H2
H2
51HU2
HU2

الشكل (٤ — ٣٢)



تابع الشكل (٤ ـــ ٣٢)

نظرية التشغيل :-

لا تختلف نظرية تشغيل هذه الدائرة عن نظرية تشغيل الدائرة السابقة عدا أنه في حالة تشغيل المكيف للتبريد فإن الضاغطتين CM_2 و CM_1 لا يعملان في لحظة واحدة حيث يبدأ الضاغط CM_1 بعد تأخير 5 دقائق و 45 ثانية وذلك لمنع البدء المتزامن للضاغطتين وبالتالي نقلل من تيار البدء للوحدة وهذا مطلوب في الشبكات الكهربية لمنع حدوث انخفاض شديد في جهد الشبكة الكهربية.

والترموستات ذو المرحلتين والذي يتألف من ريشة للمرحلة الأولي 23_1 وريشة للمرحلة الثانية 23_2 فمثلاً عند ضغط درجة حرارة الغرفة بواسطة ثرموستات الغرفة عند $20\ ^oC$ فإنه عند الوصول إلى $22\ ^oC$ يتغير وضع الريشة 23_2 فينقطع مسار تيار الكونتاكتور $52\ C_2$ ويتوقف الضاغط CM_2 وعند الوصول إلى $20\ ^oC$ ويتغير وضع الريشة 23_1 فينقطع مسار الكونتاكتور $52\ C_1$ ويتوقف الضاغط CM_1 .

أما عند التسخين فعند ضبط درجة حرارة الغرفة عند $30\ ^oC$ فعند الوصول إلى $28\ ^oC$ يتغير وضع الريشة 23_1 فيفصل السخان H_1 وعند الوصول إلى $30\ ^oC$ يتغير وضع الريشة 23_2 ويفصل السخان H_2 .

والجدير بالذكر أن السخانات توضع في قناة الإمداد بحيث لا تزيد قدرتها عن 45 KW عند تدفق هواء ($8100\ m^3/hr$) متر مكعب في الساعة .

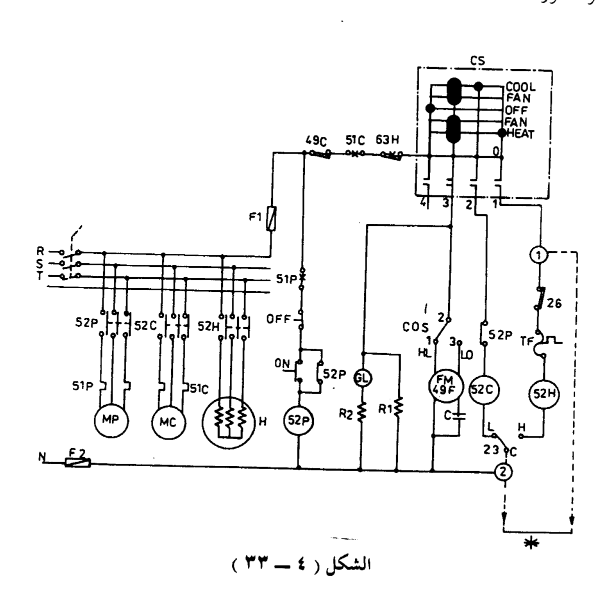
٤ — ٧ الدوائر الكهربية للمكيفات المجمعة تبريد الماء .

الشكل (٤ — ٣٣) يعرض الدائرة الكهربية لمكيف مجمع تبريد ماء يثبت علي الأرض من صناعة شركة National .

حيث أن : —

محرك الضاغط	CM	مفتاح التحكم	CS
محرك المروحة	FM	مفتاح المروحة	COS
كونتاكتور الضاغط	52 C	الترموستات	23
متمم زيادة حمل الضاغط	51 C	قاطع الضغط العالي	63 H
مكثف	C	لمبة بيان صفراء	GL
مصهر	F	مقاومات	R_1 و R_2
لوحة أطراف الدائرة الرئيسية	TM	ريلاي قدرة	52 و $52\ R_2$

R_1			
49 F	عنصر الوقاية الحراري للمروحة	TM	لوحة أطراف دائرة التحكم
ON	ضاغط تشغيل	J	وصلة كهربية
OFF	ضاغط إيقاف	49 C	عنصر الوقاية الحراري للضاغط
52 P	كونتاكتور المضخة	H	السخان
51 P	متمم زيادة حمل المضخة	TF	ثرموستات السخان
MP	محرك المضخة	26	مصهر حراري ينصهر عند 110 °C
		52 H	كونتاكتور السخان



الشكل (٤ ــ ٣٣)

نظرية عمل الدائرة : ــ

حتي يسهل استيعاب نظرية عمل هذه الدائرة سنستعين بجدول وظيفة مفتـــاح التحكـــم CS والمبين بالجدول (٤ ــ ٢) .

الجدول (٤ ــ ٢)

وضع التشغيل	0 – 4	0 – 2	0 – 3	0 – 1
Cool تبريد	مفتوح	مغلق	مغلق	مفتوح
FAN مروحة	مفتوح	مغلق	مفتوح	مفتوح
OFF توقف	مغلق	مفتوح	مفتوح	مفتوح
HEAT تسخين	مفتوح	مغلق	مفتوح	مغلق

حالة التبريد:ــ

عند الضغط علي ضاغط ON يكتمل مسار تيار كونتاكتور المضخة 52 P ويحدث إبقاء ذاتي لمسار التيار بواسطة الريشة المفتوحة 52 P الموصلة بالتوازي مع ضاغط التشغيل ON فبمجـــرد إزالة الضغط عن ضاغط ON يمر التيار الكهربي عبر الريشة 52 P بدلا من الضاغط ON ويغلق الكونتاكتور ريشه الرئيسية فتعمل المضخة MP وكذلك تغلق الريشة المفتوحـــة الموصلـــة بـــين الأطراف 2 و 1 .

وعند وضع مفتاح التحكم CS علي وضع Cool تغلق الريش (3 – 0) و (2 – 0) وكذلك عند وضع ثرموستات الغرفة 23 علي أوضاع التبريد تغلق الريشة LC فيكتمل مســـار تيار محرك المروحة FM لتدور بالسرعة العالية إذا كان مفتاح المروحة COS علي وضع HI أو بالسرعة المنخفضة إذا كان مفتاح المروحة COS علي وضع LO وتضئ اللمبة الخضراء GL .

ويكتمل مسار تيار الكونتاكتور 52 C الخاص بالضاغط فيغلق الكونتاكتور أقطابه الرئيســـية ويكتمل مسار تيار محرك الضاغط ويعمل المكيف علي تبريد الغرفة ويقوم ثرموستات الغرفـــة 23 بتنظيم عمل الضاغط أي فصل الضاغط كلما وصلت درجة حـــرارة الغرفـــة لدرجـــة فصـــل الثرموستات وتشغيل الضاغط كلما ارتفعت درجة حرارة الغرفة عن الدرجـــة المعـــاير عليـــها الثرموستات .

وأثناء تشغيل المكيف علي وضع تبريد Cool يمكن أن يحدث أحد المشاكل التالية:ــ

١ ــ زيادة درجة حرارة الضاغط يفصل عنصر الوقاية الحراري للضاغط 49 C .

٢ ـــ زيادة الحمل علي الضاغط يفصل ريلاي زيادة حمل الضاغط 51 C .

٣ ـــ زيادة ضغط خط طرد الضاغط يفصل قاطع الضغط العام 63 H .

وتفصل دائرة التحكم عند حدوث أحد هذه المشاكل ويتوقف كلا من الضاغط والمروحة .

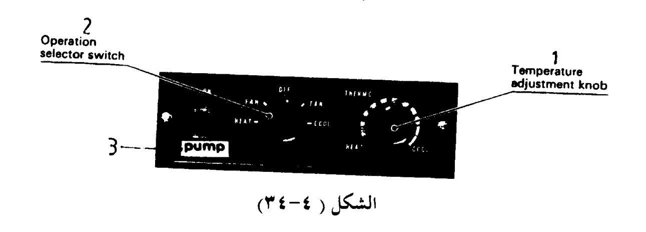
تشغيل المروحة : ـــ

عند وضع مفتاح التحكم علي وضع FAN تغلق الريشة 2 - 0 فيكتمل مسار تيـــار محـــرك المروحة وتدور بالسرعة المنخفضة إذا كان مفتاح المروحة COS علي وضع LO وتدور المروحة بالسرعة العالية إذا كان مفتاح المروحة COS علي وضع HI .

حالة التسخين : ـــ

عند وضع مفتاح التحكم CS علي وضع HEAT تغلق الريش 1 - 0 و 2 - 0 وعنـــد وضع ثرموستات الغرفة 23 علي وضع التسخين تغلق الريشة CH فيكتمل مسار تيـــار محـــرك المروحة FM وتدور بالسرعة العالية إذا كان مفتاح المروحة COS علي وضع HI أو بالســرعة المنخفضة إذا كان مفتاح المروحة COS علي وضع LO ، وتضئ كذلك اللمبة الخضـــراء GL للدلالة علي عمل المكيف ويكتمل مسار تيار كونتاكتور H 52 ومن ثم يغلق الكونتاكتور أقطابـه الرئيسية ليصل التيار الكهربي للسخان H ويقوم ثرموستات الغرفة بتنظيم عمل الســـخان بمعـــني يفصل السخان إذا وصلت درجة حرارة الغرفة لدرجة حرارة قطع الثرموستات ويعمل علي تشغيل السخان إذا وصلت درجة حرارة الغرفة لدرجة حرارة وصل الثرموستات . ويعمل ثرموســـــتات السخان 26 علي فصل كونتاكتور السخان ومن ثم فصل السخان إذا وصلت درجة حرارة الغرفـة الي درجة أعلي من درجة الحرارة القصوى لثرموستات الغرفة . أما المصهر الحراري TF فينصـــهر ويعمل علي فصل الكونتاكتور إذا توقفت المروحة وذلك عند درجة حرارة 110 °C .

والشكل (٤ — ٣٤) يعرض لوحة المفاتيح لهذا المكيف .



الشكل (٤-٣٤)

حيث أن : ـــ

مقبض ثرموستات الغرفة	1
مفتاح التحكم CS	2
مفتاح تشغيل المضخة 1 ، مفتاح إيقاف المضخة 2	3

٤ – ٨ خطوات تركيب المكيفات المركزية ذات التمدد المباشر

فيما يلي خطوات تركيب المكيفات المركزية المجزأة : ـــ

١ ـــ ننقل الوحدة الداخلية والخارجية لموقع التركيب وذلك بنقلهم في وضع رأسي مع تجنب إمالتها بزاوية تزيد عن 45^o علي الأفقي لمدة تزيد عن ثلاثون دقيقة .

٢ ـــ اختيار الموقع المناسب للوحدة الداخلية والخارجية .

٣ ـــ عمل فرشة خرسانية قوية في مكان وضع الوحدة الخارجية .

٤ ـــ تمديد مواسير التبريد ثم فحص التسرب وعزل المواسير حرارياً .

٥ ـــ تمديد مواسير الماء في حالة المكيفات ذات تبريد الماء .

٦ ـــ تمديد مواسير صرف الماء المتكاثف .

٧ ـــ عمل التوصيلات الكهربية اللازمة .

٨-تمديد قنوات الإمداد والراجع في حالة المكيفات ذات القنوات .

٤ ـــ ٨ ـــ ١ اختيار الموقع المناسب للوحدة الداخلية والخارجية

أولاً : اختيار الموقع المناسب للوحدة الداخلية : ـــ

أ ـــ يجب اختيار الموقع الجيد للوحدة الداخلية للحصول علي توزيع جيد للهواء المكيف وذلك باتباع الآتي:- .

ـــ يجب اختيار المكان المناسب للسماح بوصول الهواء المكيف لجميع أجزاء الغرفة .

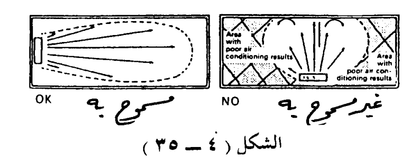
ـــ يجب اختيار المكان المناسب بحيث تترك مسافات مناسبة بين الوحدة الداخلية والجدران .

ب ـــ يجب اختيار الأرضية القوية أو المتينة لتحمل تثبت الوحدة الداخلية الأرضية وكذلك اختيار السقف القوي لحمل الوحدة الداخلية التي تثبت في السقف .

ج ـــ يجب إمالة مواسير صرف الماء المتكاثف بميل لا يقل عن 1/100 .

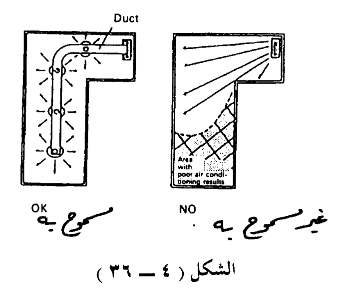
د ـــ يجب اختيار الموقع المناسب للوحدة الداخلية للمحافظة علي المسافة بين الوحدتين الداخلية والخارجية L وكذلك الارتفاع بين الوحدتين الداخلية والخارجية H في الحدود المسموح بها من

قبل الشركة . والشكل (٤ — ٣٥) يبين الموقع المناسب والغير مناسب للوحدة الداخلية في غرفة مستطيلة علما بأن المنطقة المنقطة هي منطقة ذات تكييف ضعيف .



الشكل (٤ — ٣٥)

وبالشكل (٤ — ٣٦) الطرق الصحيحة والغير صحيحة لتوزيع الهواء المكيف في غرفة علـى شكل L علما بأن المنطقة المنقطة هي منطقة ذات تكييف ضعيف .



الشكل (٤ — ٣٦)

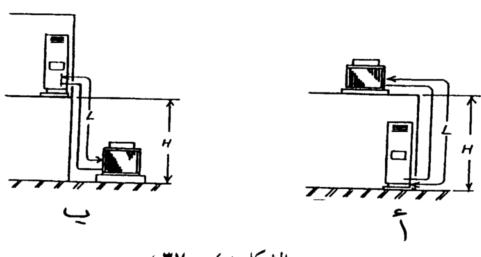
وبخصوص الفراغ الذي يجب تركة حول الوحدة الداخلية فهو يختلف باختلاف النوع والسعة التبريدية للوحدة وعادة تعطي الشركات المصنعة هذه الأبعاد في دليل استخدام أجهزة التكييف .

ثانيا : اختيار الموقع المناسب للوحدة الخارجية

أ — يجب اختيار الموقع المناسب للوحدة الخارجية للمحافظة علي المسافة بين الوحدتين الداخلية والخارجية L وكذلك الارتفاع بين الوحدتين الداخلية والخارجية H في الحدود المسموح بها من قبل الشركة . والشكل (٤ — ٣٧) يبين مدلول المسافة H و L في حالتين :

الأولي : عندما تكون الوحدة الخارجية أعلي الوحدة الداخلية (الشكل أ)

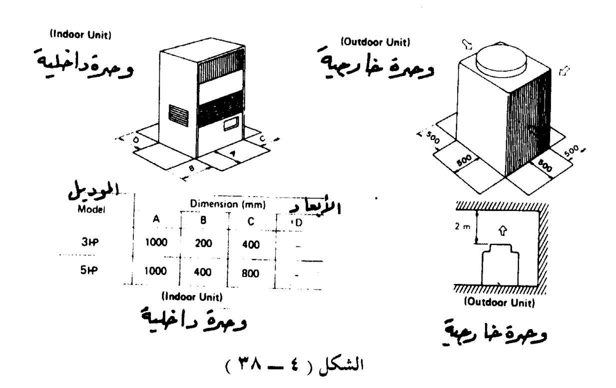
الثانية : عندما تكون الوحدة الداخلية أسفل الوحدة الخارجية (الشكل ب)



الشكل (٤ ــ ٣٧)

ب ــ يجب ترك الفراغ المناسب الذي يجب تركه حول الوحدة الخارجية وهو يختلف بـــاختلاف النوع والسعة التبريدية للوحدة وعادة تعطي الشركات المصنعة هذه الأبعاد في الأبعـــاد في دليـــل استخدام أجهزة التكييف .

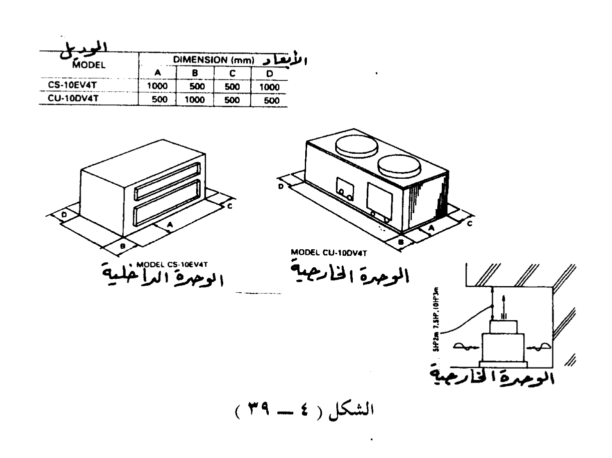
والشكل (٤ ــ ٣٨) يعطي الأبعاد التي يجب تركها حول الوحدة الداخلية والخارجية لمكيـف مجزأ يثبت علي الأرض تبريد هواء نفخ حر من إنتاج شركة National .



الموديل Model	الأبعاد Dimension (mm) A	B	C	D
3HP	1000	200	400	-
5HP	1000	400	800	-

الشكل (٤ ــ ٣٨)

والشكل (٤ ــ ٣٩) يعطي الأبعاد التي يجب تركها حول الوحدة الداخلية والخارجية لمكيف مجزأ يثبت في السقف تبريد هواء بقنوات إمداد وراجع .



الموديل MODEL	الأبعاد DIMENSION (mm)			
	A	B	C	D
CS-10EV4T	1000	500	500	1000
CU-10DV4T	500	1000	500	500

الشكل (٤ ــ ٣٩)

٤ ــ ٨ ــ ٢ تمديد مواسير التبريد للمكيفات المجزأة

عادة فإن الوحدة الداخلية أو الخارجية تكون مشحونة من قبل الشركة المصنعة لذلك يجب عدم فتح صمامات الخدمة إلا بعد إتمام عملية تمديد مواسير السائل والغاز علي النحو التالي : ــ

١ ــ جهز مواسير السائل ومواسير الغاز باستخدام مواسير النحاس النظيفة ذات القطر المطابق للمنصوص عليه من قبل الشركة المصنعة .

٢ ــ وصل بين الوحدة الداخلية والخارجية بواسطة ماسورة السائل وماسورة الغاز التي تم إعدادها واعمل مصايد للزيت وأكوع للسائل عندما تكون الوحدة الداخلية أسفل الوحدة الخارجية .

والشكل (٤ ــ ٤٠) يبين طريقة تمديد مواسير السائل والغاز عندما تكون الوحدة الداخلية أعلي الوحدة الخارجية (الشكل أ) وعندما تكون الوحدة الداخلية أسفل الوحدة الخارجية (الشكل ب) تبعاً لتوصيات شركة National .

حيث أن : ــ

خط سائل	1
خط غاز	2
مصيدة زيت	3

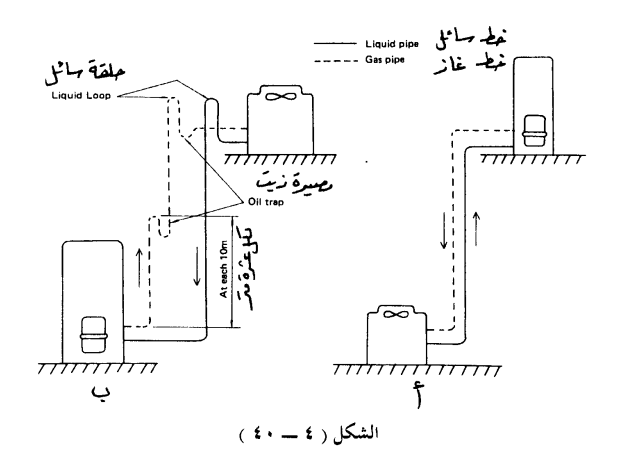
حلقة للسائل	4
الوحدة الداخلية	5
الوحدة الخارجية	6
الضاغط	7
كل عشر أمتار	8

٣ ـــ بعد الانتهاء من تمديد ماسورة السائل والغاز اشحن كمية قليلة من فريون R22 في صمـــام الخدمة ثم افحص وجود تسربات في ماسورة السائل أو الغاز .

٤ ـــ افتح صمامات الخدمة ثم افحص وجود تسربات في الوحدة بأكملها .

٥ ـــ اعزل مواسير السائل والغاز بمادة الأرمفلكس العازلة (أنابيب مطاطية) أو ما يماثلها بسمك لا يقل عن (1.25 cm) وضع الجلاندات المطاطية المعدة من قبل الشركة المصنعة عند فتحات دخول المواسير في الوحدة الداخلية ويجب عزل ماسورة السائل بمفردها وماسورة الغاز بمفردها ولا يترك أي جزء من مواسير السائل والغاز بدون عزل حتى لواكير الفلير يتم عزلها .

٦ ـــ عادة تعطي الشركات المصنعة وزن شحنة R 22 التي يجب إضافتها عنـــد تجـــاوز طـــول ماسورة السائل أو ماسورة الغاز طول محدد وهذا الوزن يختلف باختلاف نوع المكيف وكذلـــك السعة التبريدية للمكيف فمثلاً شركة National تعطي وزن شحنة R 22 لكل متر طول زائـــد للموديلات المختلفة المبينة بالجدول (٤ ـــ ٣) باعتبار أنه إذا زاد طول ماسورة السائل أو الغـــاز عن 5 m يجب إضافة شحنة إضافية من الفريون R 22 .



الشكل (٤ ــ ٤٠)

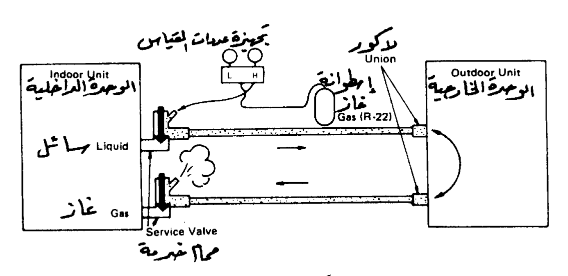
الجدول (٤ ــ ٣)

الموديل	3 HP	5 HP	8 HP	10 HP	12 HP	20 HP
الشحنة الإضافية لكل متر	70	100	170	170	170	120

فمثلاً إذا كان طول ماسورة السائل لمكيف نوع 10 HP هو 10 m فإن وزن الشحنة الإضافية لفريون R 22 التي يجب إضافتها تساوي

= (10 5) x 170=850g

ولإخراج الهواء الموجود في ماسورة السائل والغاز بعد الانتهاء من عملية تحديد ماسورة السائل



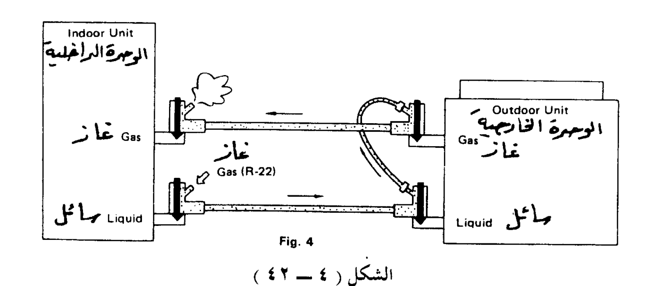
الشكل (٤ ــ ٤١)

والغاز يجب غلق صمامات الخدمة ثم يتم شحن كمية صغيرة من فريون R22 في فتحة خدمة صمام خدمة خط السائل liquid في حالة المكيفات المزودة بصمامي خدمة في الوحدة الداخلية فقط فيخرج الهواء الموجود في المواسير كما بالشكل (٤ ــ ٤١) .

حيث أن : ــ

الوحدة الداخلية	1	تجهيزه عدادات الاختبار	5
الوحدة الخارجية	2	أسطوانة R 22	6
صمام خدمة السائل	3	لوا كير عادية	7
صمام خدمة الغاز	4		

وفي حالة المكيفات المزودة بأربعة صمامات خدمة اثنين في الوحدة الداخلية واثنين في الوحدة الخارجية يتم غلق جميع صمامات الخدمة ثم وصل فتحة خدمة صمام السائل وصمام الغاز للوحدة الخارجية معاً ثم توصيل أسطوانة R22 مع فتحة خدمة صمام السائل للوحدة الداخلية من خلال تجهيزه عدادات اختبار تماماً مثل الحالة السابقة ثم إخراج الهواء الموجود في المواسير من فتحة خدمة صمام الغاز للوحدة الداخلية وهذا مو ضح في الشكل (٤ ــ ٤٢) .



الشكل (٤ — ٤٢)

حيث أن : —

الوحدة الداخلية	1	صمام خدمة السائل للوحدة الخارجية	5
الوحدة الخارجية	2	صمام خدمة الغاز للوحدة الخارجية	6
صمام خدمة السائل للوحدة الداخلية	3	خرطوم مطاطي	7
صمام خدمة الغاز للوحدة الداخلية	4		

٤ — ٨ — ٣ تمديد مواسير التبريد الماء ومواسير صرف الماء

أولا : مواسير ماء التبريد (مكيفات مجمعة)

يجب تمديد مواسير الماء في أقصر مسار ممكن للتقليل من إعاقة التدفق وهناك ثلاثة أوضـــاع لبرج التبريد بالنسبة لوضع المكيف المجمـع ذات تبريد الماء وهم كما يلي : —

الشكل (٤ — ٤٣)

١ — أن يكون برج التبريد في مستوي المكيف المجمع وفي هذه الحالة يجب وضع مضخة المـــاء بالقرب من برج التبريد للتقليل من مقاومة التدفق في خط سحب المضخة كما بالشكل (٤ —٤٣)

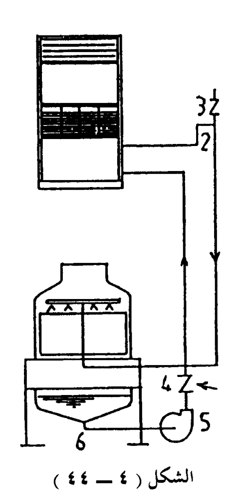
حيث أن : —

المكيف المجمع	1
المضخة	2
برج التبريد	3

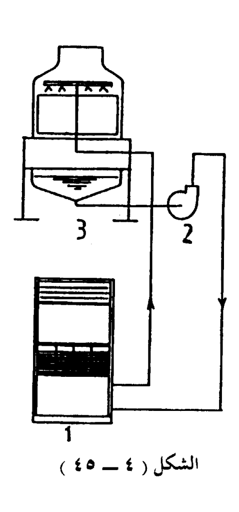
٢ ــ أن يكون برج التبريد أسفل المكيف المجمع في هذه الحالة يجب عمل سيفون في مخرج الماء من المكيف المجمع وكذلك عمل فتحه تهوية أتوماتيكية في أعلى السيفون باستخدام صمام لا رجعــي وكذلك استخدام صمام لا رجعي في طرد المضخة لمنع نزول الماء من المكيف عند توقف المضخــة إلى برج التبريد والشكل (٤ ــ ٤٤) يبين ذلك .

حيث أن : ــ

المكيف المجمع	1
سيفون	2
صمام لا رجعي	3
صمام لا رجعي	4
المضخة	5
برج التبريد	6



الشكل (٤ ــ ٤٤)



الشكل (٤ ــ ٤٥)

٣ ـ أن يكون برج التبريد أعلي المكيف المجمع والشكل (٤ ـ ٤٥) يبين طريقة تمديد مواسير الماء ولا تختلف هذا الشكل عن الشكل (٤ ـ ٤٣) .

والجدير بالذكر أنه عادة يستخدم مع مواسير الماء إما وصلات مسننة تماماً مثل المستخدمة في أعمال السباكة العادية أو وصلات ملحومة أو وصلات فلنجية وذلك إذا زاد قطر المواسير عن 6 بوصة أو زاد الضغط عن 14 bar،وعادة يتم تثبيت مواسير الماء بواسطة قفزان وتوضع القفزان أو أي وسائل تثبيت أخري علي أبعاد تختلف باختلاف قطر الماسورة وباختلاف نوع مادة الماسورة صلب أو PVC .والجدول (٤ ـ ٤) يعطي البعد بين كل قفيزين متتالين لأقطار مختلفة لمواسير الصلب .

الجدول (٤ ـ ٤)

القطر (بوصة)	< 1	1 : 1.5	2	2.5 : 3	4
المسافة (m)	1.8	2.0	3.0	3.0	4.0

والجدول (٤ ـ ٥) يعطي البعد بين كل قفيزين متتالين لأقطار مختلفة لمواسير PV C

الجدول (٤ ـ ٥)

القطر (بوصة)	**المسافة بين نقاط التثبيت (m)**	
	مواسير رأسية	**مواسير أفقية**
< 1	1.5	1.0
1.5 : 2	2.0	1.5
>3	2.5	2.0

ويمكن اختيار قطر مواسير الماء بمعلومية كلاً من السعة التبريدية للمكيف والقدرة الكهربية للمكيف والمعادلة التالية تستخدم لتعيين تدفق ماء التبريد المطلوب بوحدة لتر / دقيقة (L/min)

$$Q = \frac{\text{Kcal / hr السعة التبريدية} + \text{kW القدرة الكهربية} * 860}{300} \quad L / min$$

مثال : ـ

إذا كانت السعة التبريدية للمكيف تساوي 15000 Kcal / hr وكانت القدرة الكهربية للمكيف المجمع 5 KW فما معدل تدفق ماء التبريد المطلوب : ـ

$$Q = \frac{15000 + 5 \times 860}{300}$$
$$= 64L/min$$

والجدول (٤ ــ ٦) يعطي قطر مواسير التبريد تبعا لمعدل تدفق ماء التبريد

الجدول (٤ ــ ٦)

قطر المواسير (بوصة)	1	1	1 1/5	2	2	3	4
معدل تدفق الماء	2 : 65	50 : 100	75 : 191	150 : 380	260 : 600	460 : 950	950 : 1300

مثال : ــ

إذا كان معدل تدفق الماء المطلوب هو 180 L/min فإن قطر المواسير المطلوبة من الجدول يساوي (2 أو 1.5) بوصة .

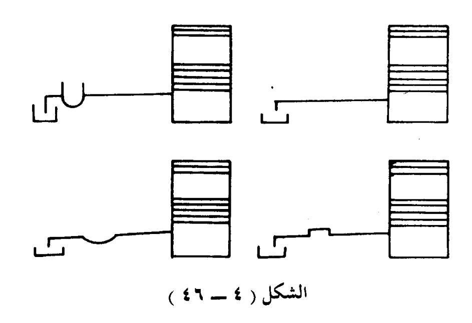
ثانيا : مواسير الصرف

فيما يلي التوصيات الخاصة بتمديد مواسير صرف الماء المتكاثف :

١ ــ يجب إمالة مواسير الماء المتكاثف بميل 1/1000 علي الأفقي .

٢ ــ يمنع ثني مواسير صرف الماء عند أي نقطة لأعلي .

٣ ــ يمنع عمل مصايد في خط صرف الماء .



الشكل (٤ ــ ٤٦)

٤ — عند صرف الماء المتكاثف في بلاعة مجاري يجب استخدام سيفون لمنع انتقال رائحة المجاري الي المكيف .والشكل (٤ — ٤٦) يبين طرق التمديد الصحيحة والخاطئة لمواسير صرف الماء المتكاثف الشكل (أ) يبين التمديد الصحيحة لخط صرف الماء المتكاثف حيث يميل 1/1000 علي الأفقي ويتم تصريف الماء المتكاثف في بلاعة عادية .

والشكل (ب) يبين طريقة التمديد الصحيحة لخط صرف الماء المتكاثف عند تصريف الماء المتكاثف في بلاعة مجاري حيث يستخدم سيفون لمنع انتقال الرائحة المجاري للمكيف .

والشكل (ج) يبين طريقة تمديد خاطئة حيث يعمل ثني لأعلي في خط صرف الماء .

والشكل (د) يبين طريقة تمديد خاطئة حيث يعمل مصيدة في خط الصرف .

الشكل (٤ — ٤٧)

٤ ـ ٨ ـ ٤ التركيبات الكهربية للمكيفات ذات التمدد المباشر

الشكل (٤ — ٤٧) يبين طريقة تغذية المكيفات ومرفقاتها من المصدر الكهربي .

حيث أن :-

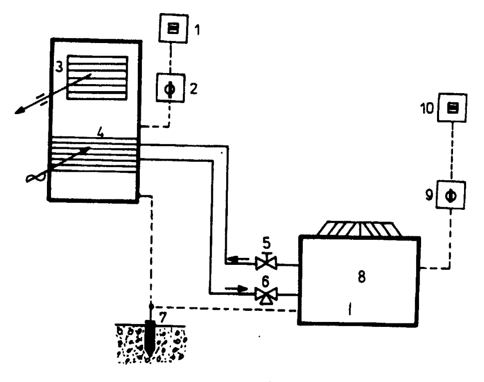
أطراف المصدر الكهربي	TM
عداد الكيلو وات ساعة	K WH
القاطع الرئيسي	CB
قواطع الأحمال المختلفة	CB_1 و CB_2 و CB_3
مفاتيح يدوية دوارة	HS_1 و HS_2 و HS_3

ويلاحظ أن مساحة مقطع الموصلات العلوية أكبر من مساحة مقطع الموصلات السفلية .

ويقوم القاطع الرئيسي بحماية الدائرة بأكملها من القصر أو زيادة الحمل أما قواطع الدوائـــــر الفرعية (قواطع الأحمال) فتقوم بحماية موصلات هذا الحمل وهذه الأحمال مثل الوحدة الداخليـة أو الوحدة الخارجية أو مضخة الماء أو برج التبريد .....الخ .

وتستخدم المفاتيح اليدوية HS بالتحكم في وصل وفصل الأحمال يدوياً ويتم اختيار مساحات المقاطع وكذلك سعة القواطع تبعاً لتيار الحمل.

والشكل (٤ ـــ ٤٨) يبين التركيبات الكهربية التي تنفذ في الموقع لمكيف مجزأ يثبت علــــــي الأرض نفخ حر .

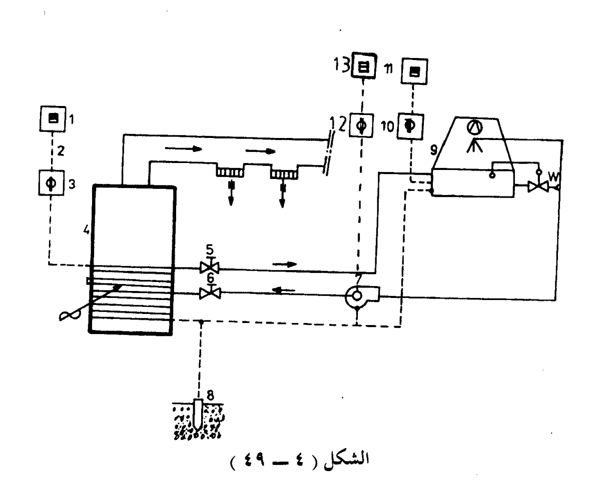


الشكل (٤ ـــ ٤٨)

حيث أن : ـــ

قاطع دائرة للوحدة الداخلية	1	صمام ثلاثة سكك بفتحة خدمة	6
مفتاح دوار لتشغيل الوحدة الداخلية	2	قطب أرضي	7
جريلة الإمداد	3	وحدة تكثيف خارجية	8
جريلة الراجع	4	مفتاح دوار لتشغيل الوحدة الخارجية	9
صمام سكتين	5	قاطع دائرة الوحدة الخارجية	10

والشكل (٤ ـــ ٤٩) يبين التركيبات الكهربية التي تنفذ في الموقع لمكيف مجمع تبريد ماء .



الشكل (٤ ــ ٤٩)

حيث أن : ــ

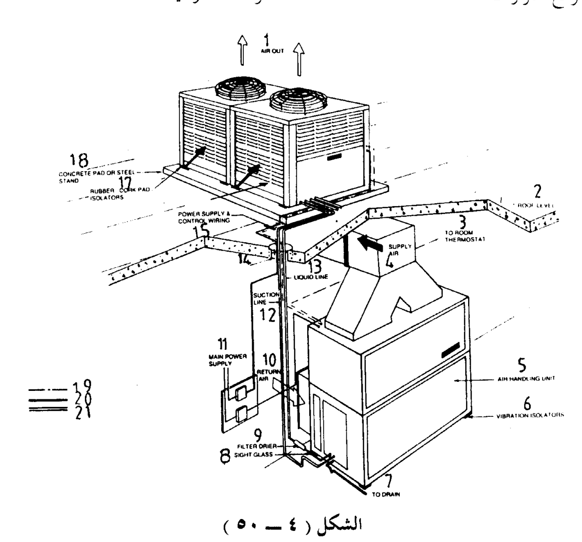
قاطع دائرة	13 و 11 و 1
كابلات كهربية	2
مفتاح دوار	12 و 10 و 3
المكيف المجمع	4
صمامات دخول الماء وخروجه	6 و 5
المضخة	7
القطب الأرضي	8
برج التبريد	9
صمام عوامي	14
المصدر العمومي لماء	W

٤-٨-٥ مخططات تركيب المكيفات المركزية المجزأة

الشكل (٤-٥٠) يعرض مخطط تركيب مكيف مركزي مجزأ تبريد هواء يثبت فوق السقف بقنوات إمداد وسعته التبريدية 10TR طن تبريد من إنتاج شركة الزامل بالسعودية.

حيث أن :-

البيان	الرقم	البيان	الرقم
الهواء الخارج	1	اللوحة الرئيسية للكهرباء	11
السطح	2	خط السحب	12
ثرموستات الغرف	3	خط السائل	13
قناة الإمداد بالهواء المكيف	4	كمر أنبوبي في مكان العبور	14
الوحدة الداخلية (وحدة مناولة الهواء	5	موصلات مصدر القدرة والتحكم	15
موانع اهتزازات	6	الوحدة الخارجية	16



الشكل (٤ ـــ ٥٠)

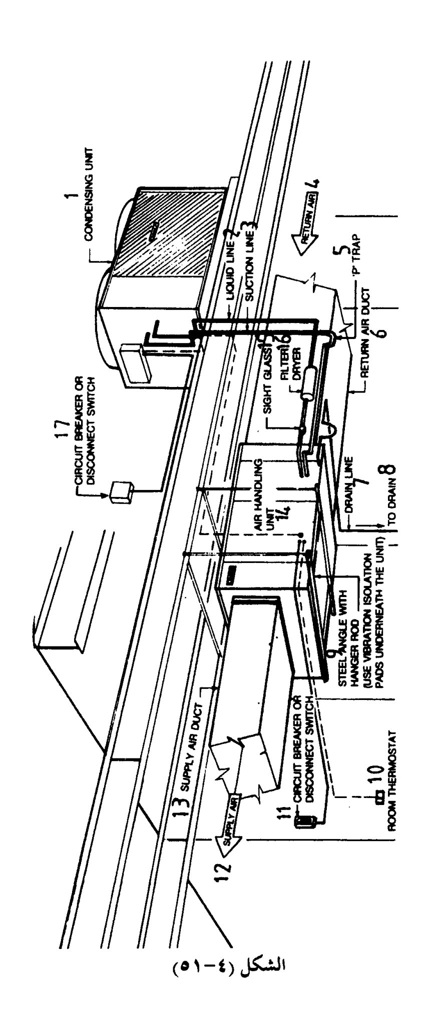
إلى بالوعة صرف الماء	7	قواعد مطاطية للوحدة الخارجية	17
زجاجة بيان	8	قاعدة خرسانية للوحدة الخارجية	18
مرشح / مجفف	9	خطوط تحكم	19
الهواء الراجع	10	خطوط قدرة	20
		مواسير	21

ويجب ترك مسافة حول الوحدة الخارجية لا تقل عن 60 Cm سم في جميع الاتجاهات وعزل خط السحب .

والشكل (٤ ــ ٥١) يعرض مخطط تركيب مكيف مركزي مجزأ تبريد هواء يثبت في السقف بقنوات إمداد وراجع سعته التبريدية 30000 Kcal / hr أي 120000 BTU / hr أي (10 TR طن تبريد) .

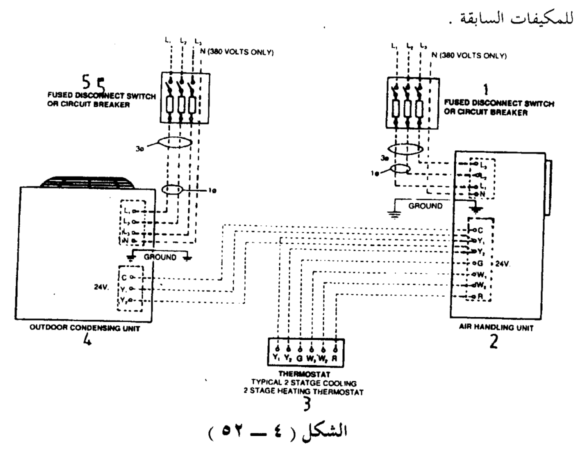
حيث أن : ــ

الوحدة الخارجية	1	ثرموستات الغرفة	10
خط السائل	2	قاطع دائرة أو سكينة بمصهرات	11
خط السحب	3	هواء الإمداد	12
الهواء الراجع	4	قناة الإمداد	13
مصيدة زيت	5	الوحدة الداخلية	14
قناة الهواء الراجع	6	زجاجة بيان	15
خط صرف الماء	7	المجفف / المرشح	16
إلى بالوعة الصرف	8	قاطع دائرة أو سكينة بمصهرات	17
زاوية حديد	9		


1 CONDENSING UNIT
LIQUID LINE 2
SUCTION LINE 3
RETURN AIR 4
5 'P' TRAP
RETURN AIR DUCT 6
SIGHT GLASS 15
FILTER DRYER 16
17 CIRCUIT BREAKER OR DISCONNECT SWITCH
AIR HANDLING UNIT 14
DRAIN LINE 7
TO DRAIN 8
STEEL ANGLE WITH HANGER ROD 9 (USE VIBRATION ISOLATION PADS UNDERNEATH THE UNIT)
13 SUPPLY AIR DUCT
11 CIRCUIT BREAKER OR DISCONNECT SWITCH
10 ROOM THERMOSTAT
SUPPLY AIR
12

الشكل (٤-٥١)

والشكل (٤ ــ ٥٢) يبين التوصيلات الكهربية الأساسية الــتي يتــم تنفيذهــا في الموقــع للمكيفات السابقة .



الشكل (٤ ــ ٥٢)

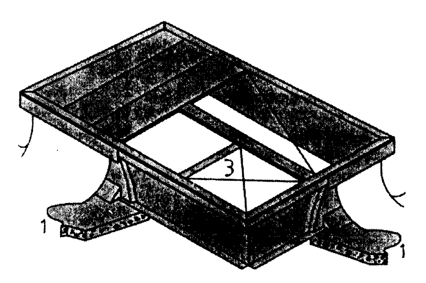
حيث أن : ــ

سكينة بمصهرات أو قاطع دائرة	1
الوحدة الداخلية	2
ثرموستات بمرحلتين تبريد ومرحلة تسخين	3
الوحدة الخارجية	4
سكينة بمصهرات أو قاطع دائرة	5
موصلات بها جهد المصدر	....
موصلات الجهد المنخفض	....

٤ ــ ٨ ــ ٦ مخططات تركيب المكيفات المجمعة

في هذه الفقرة سنتناول بعض مخططات تركيب المكيفات المجمعة المصنعة بشركة الزامل بالمملكة العربية السعودية .

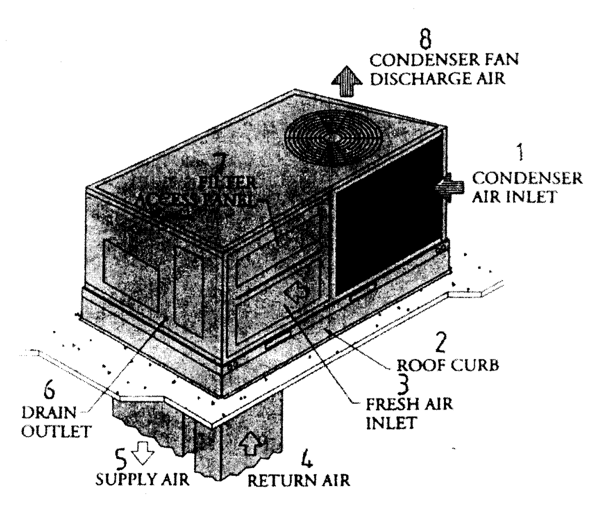
فالشكل (٤ ــ ٥٣) يبين وضع قاعدة المكيف في السقف وأماكن الفتحات الخاصة بقنوات الإمداد والراجع .



الشكل (٤ ــ ٥٣)

حيث أن : ــ

السقف	1
فتحة قناة الإمداد	2
فتحة قناة الراجع	3



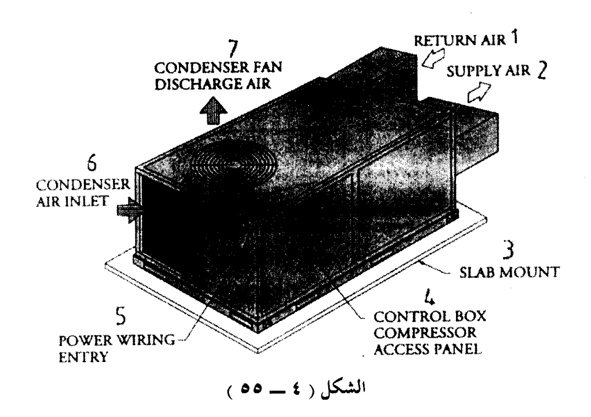
الشكل (٤ ــ ٥٤)

والشكل (٤ ــ ٥٤) يبين طريقة تركيب مكيف مجمع فوق السطح لتكييف غرفة أو مجموعة غرف بالهواء المكيف .

حيث أن : ــ

دخول الهواء الجوي لتبريد المكثف	1
قاعدة المكيف المثبتة بالسقف	2
دخول الهواء الجوي النقي	3
رجوع الهواء العادم	4
هواء الإمداد	5
فتحة صرف الماء المتكاثف	6
مرشح الهواء الراجع	7
خروج الهواء عن تبريد المكثف	8

والشكل (٤ — ٥٥) يبين طريقة تركيب مكيف مجمع علي الأرض لتكييف غرفة أو مجموعة غرف بالهواء المكيف .

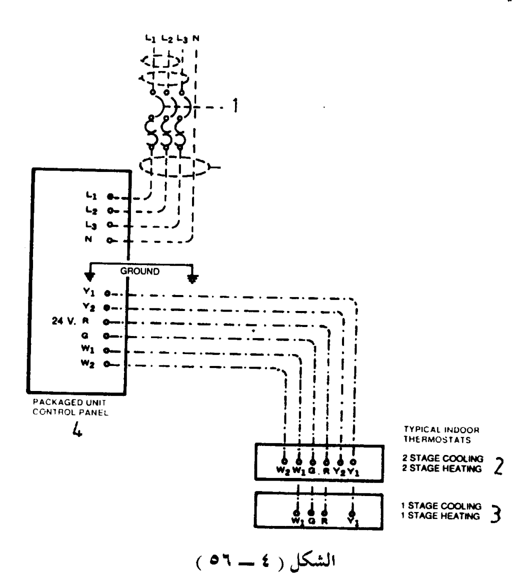


الشكل (٤ — ٥٥)

حيث أن : —

الهواء الراجع	1
هواء الإمداد	2
بلاطة خرسانية	3
لوحة التحكم الكهربية	4
مدخل الكابلات الكهربية	5
دخول الهواء الجوي لتبريد المكثف	6
خروج الهواء الناتج عن تبريد المكثف .	7

والشكل (٤ ــ ٥٦) يبين مخطط التوصيلات الأساسية التي يتم تنفيذها في الموقع للمكيـــف المجمع الذي بصدده .



الشكل (٤ ــ ٥٦)

حيث أن : ــ

قاطع دائرة	1
ثرموستات بمرحلتين تبريد ومرحلة تسخين	2
ثرموستات بمرحلة تبريد ومرحلة تسخين	3
أطراف المكيف المجمع	4

٤ ـ ٩ تشغيل أجهزة التكييف المجزأة لأول مرة

الجدول (٤ ـ ٧) يبين خطوات تشغيل أجهزة التكييف المجزأة تبريد هواء لأول مرة .

الجدول (٤ ـ ٧)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
١ـ فحص الأعمال الكهربية	ـ السعة الكهربية لقاطع الوحدة الداخلية وقاطع الوحدة الخارجية . ـ التيار المقنن للمفاتيح الدوارة للوحدة الداخلية والخارجية . ـ مساحة مقطع الموصلات والكابلات المستخدمة .	ـ إذا كانت سعة القواطع صغيرة ستفصل القواطع بمجرد تشغيل المكيف . ـ سترتفع درجة حرارة المفاتيح الدوارة الرئيسية إذا كانت سعتها التيارية منخفضة ـ ستتلف الموصلات إذا كانت مساحة مقطعها لا تتناسب مع التيار المقنن للوحدة وسينخفض جهد المصدر بشدة عند بدء التشغيل ولن تستطيع الوحدة الداخلية والخارجية البدء .
٢ـ فحص مقاومة العزل فيجب أن تكون أكبر من 1 M	**تقاس مقاومة العزل :** ـ لمصدر القدرة للوحدة الداخلية ـ مروحة الوحدة الداخلية	

تابع الجدول(٤-٧)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
	-مصدر القدرة للوحدة الخارجية . ـــ محرك مروحة الوحدة الخارجية . ـــ الضاغط علماً بأن مقاومة عزل الضاغط يمكن أن تقل عن I M إذا كان الضاغط مملوء بمركب التبريد في هذه الحالة يتم تشغيل سخان صندوق المرفق ثم نقيس مقاومة العزل بعد تبخير سائل التبريد من الضاغط .	
٣ـــ أغلق قواطع الدائرة الكهربية والمفاتيح الدوارة للوحدة الداخلية والخارجية لمدة 12 ساعة علي الأقل قبل التشغيل .		ـــ إذا لم يعمل سخان صندوق المرفق لمدة 12 ساعة قبل التشغيل فإن ضغط الزيت في الضاغط لن يرتفع وينتج عن ذلك احتكاك شديد يؤدي إلى تلف الضاغط كما أن مركب التبريد سيبقي في صندوق مرفق الضاغط في صورة سائلة ونظراً لأن مركب التبريد له موصلية عالية للتيار الكهربي في صورته السائلة لذلك فإن العزل سوف ينخفض مؤدياً

تابع الجدول (٤-٧)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
٤ــ قس جهد المصدر الكهربي بين الأوجه R , S وبين الأوجه S , T وبين الأوجه T , R	عند أطراف قاطع الدائرة للوحدة الداخلية . ــ عند أطراف قاطع الدائرة للوحدة الخارجية .	لتلف محرك الضاغط . ــ إذا كان الجهد منخفض عن الجهد المقنن للمكيف بأكثر من 10% يمر تيار كبير عبر الأسلاك الكهربية مؤدية لعدم عمل المكيف ويمكنهم يفصل قاطع الدائرة أو متمم زيادة الحمل .
٥ــ تأكد من أن صمامات السائل والغاز مفتوحة		ــ إذا تم تشغيل المكيف وصمامات السائل والغاز مغلقة فإن هذا قد يؤدي لتلف الضاغط إذا لم تفصل قواطع الضغط العالي والمنخفض .
٦ــ هل تدور المراوح في اتجاه عقارب الساعة بدون أي ضوضاء	فى الوحدة الداخلية والخارجية	ــ إذا دارت المراوح في الاتجاه المعاكس : سيزداد الضغط سينخفض الضغط ستنخفض السعة التبريدية
٧ــ هل يعمل المكيف بصورة صحيحة علي أوضاع التشغيل المختلفة	ــ المروحة تدور في وضع FAN . ــ الضاغط يدور في وضع Cool	
٨ــ قس الجهد الكهربي	ــ عند أطراف قاطع الدائرة للوحدة الداخلية والوحدة الخارجية	مثل (٤)

تابع الجدول (٤-٧)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
٩ــ قس شدة التيار المسحوب	ــ قس شدة التيار المسحوب في الوجه R ثم الوجه S ثم الوجه T كلا بمفرده بواسطة جهاز الأميتر ذو الكماشة عند أطراف قاطع دائرة الوحدة الداخلية والخارجية .	إذا تم التشغيل عندما كانت درجة حرارة الغرفة عالية لأن حمل التبريد سيكون كبير
١٠ــ هل يعمل قاطع الضغط العالي بطريقة سليمة	ــ استخدم تجهيزه عدادات القياس في قياس الضغط عند صمام خدمة خط طرد الضاغط بتوصيلها علي فتحة الخدمة له ثم امنع مروحة الوحدة الخارجية من الدوران (بفصل أطراف المصدر الكهربي الموصلة بمحرك المروحة) ثم راقب قراءة عداد الضغط العالي	ــ إذا كانت قراءة عداد الضغط أعلي من ضغط القطع المفروض أن يفصل عنده قاطع الضغط العالي افصل التيار الكهربي عن الوحدة وأعد ضبط قاطع الضغط العالي أو استبدله إذا كان تالفاً .
١١ــ هل الضغط العالي والمنخفض في الحدود المسموح بها .	ــ استخدم تجهيزه عدادات الاختيار في قياس الضغط عند صمامات الخدمة بتوصيلها مع فتحات خدمة هذه الصمامات.	ــ إذا كان الضغط العالي أكبر من (18 : 20 bar) يجب أن يفصل قاطع الضغط العالي. ــ إذا كان الضغط المنخفض أقل من (4.5 : 5 bar) يجب أن يفصل قاطع الضغط المنخفض . ــ إذا كان الضغط المنخفض أقل من الحدود المسموح بها

تابع الجدول (٤-٧)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
		ستنخفض السعة التبريدية للمكيف .
١٢- هل فرق درجات الحرارة الداخلة والخارجة من الوحدة الداخلية في الحدود المقبولة	فرق درجات الحرارة حوالي 10 °C	- إذا كان فرق درجات الحرارة أقل من 10 °C فلن يكون هناك تبريد كافي . - إذا لم يعمل الثرموستات بطريقة صحيحة ستنخفض درجة الحرارة جداً وتباعاً تنخفض الرطوبة .
١٣- هل يعمل الثرموستات بصورة طبيعية	- ضع الثرموستات علي أوضاع تبريد مختلفة ثم قس درجات حرارة التشغيل والفصل للهواء الداخل للغرفة	
١٤- هل المكيف قادر على تبريد الغرفة .	- تزداد المقدرة علي التبريد عند غلق النوافذ الخشبية لمنع سقوط أشعة الشمس علي زجاج النوافذ . - لا تترك أحد النوافذ أو الأبواب مفتوحة حتى لا يدخل الهواء الجوي لداخل الغرفة فيزداد الحمل الحراري للغرفة وتقل المقدرة علي التبريد	
١٥- اشرح طريقة تشغيل المكيف للمالك وأعطيه دليل الاستخدام		

٤ ــ ١٠ تشغيل جهاز التكييف المجمع تبريد ماء لأول مرة

الجدول (٤ ــ ٨) يبين خطوات تشغيل أجهزة التكييف المجمعة تبريد ماء لأول مرة .

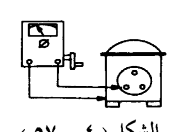
الجدول (٤ ــ ٨)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
تكرر الخطوات ١ : ٤ المتبعة عند تشغيل التكييف المجزأ تبريد هواء لأول ماء		
٥ــ افتح صمام الماء العمومي للسماح بدخول الماء إلى برج التبريد ويترك هذا الصمام مفتوح طوال فصل الصيف	ــ وجود تسربات في برج التبريد.	ــ عند وجود تسربات للماء فإن ذلك سوف يعمل على عدم ضغط المكثف فيفصل قاطع الضغط العالي .
٦ــ أخرج الهواء من المضخة ــ أثناء توقف المضخة ــ أثناء دوران المضخة		
٧ــ شغل برج التبريد	ــ تأكد من أن الماء يتدفق إلى البرج . - هل الماء يرش داخل البرج. -هل مروحة البرج والمضخة تدور في اتجاه عقارب الساعة - هل يوجد ارتباط بين عمل البرج والمكيف .	ــ يزداد الضغط العالي إذا لم يتدفق الماء للبرج ويفصل قاطع الضغط العالي .
٨ــ ضع مفتاح اختيار وضع التشغيل للمكيف علي وضع تبريد واضبط الثرموستات	ــ هل تدور مروحة المبخر في اتجاه عقارب الساعة وهل يصدر ضوضاء عند الدوران .	ــ إذا كانت المروحة تدور في عكس اتجاه عقارب الساعة يتكون ثلج علي المبخر ويوقف التبريد في الغرفة.

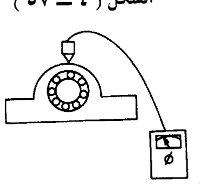
تابع الجدول (٤ — ٨)

الخطوة	منطقة الفحص	إذا كان هناك مشكلة
	— هل يوجد اهتزازات غير طبيعية في الضاغط .	— يمكن أن يحترق الضاغط إذا انعكس اتجاه دوران الضاغط . — إذا ظل الضاغط يصدر صوت طرقات السائل أو الزيت يجب إيقاف المكيف فوراً حتى لا تنكسر صمامات الضاغط .
١٠— قس الجهد الكهربي عند التشغيل .	— عند أطراف الضاغط والمراوح وتأكد من أنه لا يقل عن 90% من الجهد المقنن .	— إذا كان الجهد منخفض أثناء التشغيل ستفصل قواطع الدائرة أو متممات زيادة الحمل .
كرر الخطوات ٩ : ١٠ والمتبعة عند تشغيل المكيفات المجزأة تبريد هواء لأول مرة .		

٤ — ١١ الصيانة الدورية للمكيفات المركزية ذات التمدد المباشر



الشكل (٤ — ٥٧)



الشكل (٤ — ٥٨)

إن عمل المكيفات المجزأة أو المجمعة لمدة طويلة بدون صيانة دورية يؤدي لانخفاض الأداء مع زيادة الضوضاء الصادرة من الضاغط وكذلك زيادة الاهتزازات وتدني السعة التبريدية للمكيف وزيادة استهلاك الطاقة الكهربية وحدوث تسربات في دورة التبريد وهذا يحتاج إلى تكلفة عالية عند الإصلاح ولتجنب ذلك يجب إجراء صيانة دورية على المكيفات للمحافظة عليها في صورة جيدة بصفة دائمة .

وفيما يلي أهم أعمال الصيانة الشاملة للمكيفات المركزية ذات التمدد المباشر مثل : ـــ

١ــ قياس مقاومة العزل للضاغط ومحركات المراوح مرة كل عام ويجب ألا تقل المقاومة عن 1 M Ω ويتم قياسها بجهاز الميجر و يجب تشغيل سخان صندوق المرفق لتسخين الزيـــت والضاغط قبل قياس مقاومة عزل الضاغط لمدة لا تقل عن 12 ساعة .

والشكل (٤ ــ ٥٧) يبين كيفية قياس مقاومة عزل الضاغط أحادي الوجه باستخدام الميجر .

٢ــ فحص كراسي محور المراوح لمعرفة مستوي الضوضاء والاهتزازات وذلك باستخدام سماعـــة طبية أو جهاز قياس الاهتزازات كما هو مبين بالشكل (٤ ــ ٥٨) فإذا كانت الاهتزازات عالية يمكن إضافة زيت أو شحم إذا كانت من النوع الذي يمكن تشحيمه أو الاستبدال .

٣ــ فحص سير المروحة مرة كل عام ويتم استبدال السير في حالة تلفه أو عند حدوث انـــــزلاق للسير علي الطارة أدي إلى حدوث لمعان بالسير ويتم فحص شد السير وضبط الشد إن لزم الأمـــر والجدول (٤ ــ ٩) يبين أقصي حمل ممكن وأقصي طول انحراف .

الجدول (٤ ــ ٩)

نوع السير	أقصي حمل (F (Kg	أقصي انحراف Dm
A	2.0	15 L
B	3.3	15 L
C	5.7	15 L
D	9.6	15 L

والشكل (٤ ــ ٥٩) يبين مدلول L ، Dm

حيث أن : ـــ

المسافة بين مركزي الطارتين L

أقصي انحراف عند دفع السير بقوة F Dm

مثال : ــ إذا كان L = 0.3 m وكان السير من النوع A

فإن :

$$Dm = 15 \times 0.3 = 4.5mm$$

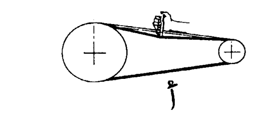
وأقصي حمل هو 2 Kg

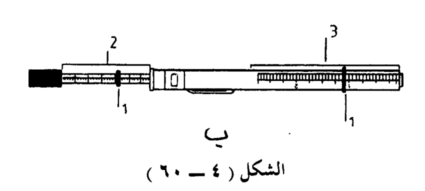
الشكل (٤ ــ ٥٩)

والشكل (٤ ــ ٦٠) يبين طريقة قياس أقصي قوة للوصول للانحراف المطلوب باستخدام جهاز فحص السيور (الشكل أ) وجهاز فحص أقصي قوة (الشكل ب)

حيث أن : ـــ

حلقة علي شكل O	1
تدريج القوة	2
تدريج المسافة بين مركزي الطارتين	3





الشكل (٤ ـــ ٦٠)

٤ـــ فحص المروحة مرة كل سنة وتنظيفها من الأتربة والصدأ ودارتها يدوياً والتأكد من أنها مثبته جيداً علي عمود الإدارة وفي نفس الوقت التأكد من أن المروحة تدور في اتجاه عقارب الساعة .

٥ـــ فحص عناصر الوقاية مرة كل سنة مثل قاطع الضغط العالي وقاطع الضغط المنخفض وقاطع ضغط الزيت وريلاي زيادة الحمل .

٦ـــ فحص تسرب الغاز مرة كل عام باستخدام لمبة الهاليد حيث يتم كشف الأجزاء الداخلية للمكيف وفحصها بلمبة الهاليد فإذا أصبح لون لهب المصباح أخضر دل علي وجود تسرب وهذا يلزمه تفريغ وإعادة شحن المكيف .

٧ـــ فحص أجزاء لوحة التحكم الكهربية مرة كل عام للتأكد من عدم وجود أي وصلات مفكوكة .

٨ـــ تنظيف المبادلات الحرارية (المكثف والمبخر) مرة كل عام وذلك بالشفط بمكنسة كهربية . وفي حالة حدوث تكلس للأملاح علي جدران خزان برج التبريد يجب تنظيفها باستخدام

الشكل (٤ ـــ ٦١)

حامض وإضافة مانع للتكلس مع ماء التبريد .

٩ــ في حالة تكون طين رخو في خزان برج التبريد يجب تنظيف الخزان بمزيل الطين ثم إضافة مانع تكون الطين مع ماء التبريد .

١٠ــ في حالة تكون صدأ علي جدران خزان برج الماء يجب إضافة مانع صدأ علي ماء التبريد .

١١ــ فحص نسبة الحمضية والقلوية PH للماء باستخدام ورقة اختبار PH والذي يبين نسبة الحمضية والقلوية PH كما بالشكل (٤ ــ ٦١) . والجدول (٤-١٠) يبين ألوان ورقة اختبار PH عند قيم مختلفة للPH .

الجدول (٤ ــ ١٠)

قيمة PH	1 : 2	2 : 4	4 : 6	6 : 8	9 : 10	< 10
اللون	أحمر	برتقالي	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي

٤ ــ ١١ ــ ١ الصيانة الدورية للمكيفات المجزأة

أولا : صيانة المكيف أثناء التشغيل العادي

١ــ نظف مرشح الهواء كل أسبوعين علماً بأن مرشح الهواء إذا كان مسدود فإن السعة التبريدية تقل ويزداد الضوضاء ويتم تنظيف مرشح الهواء إما بالشفط بمكنسة كهربية أو بالغسيل بالماء بعد إزالة الأتربة العالقة بفرشاة مع ترك المرشح يجف تماماً قبل إعادة استخدامه مع ملاحظة أنه لا ينبغي تشغيل المكيف بدون مرشح لأن ذلك سوف يؤدي إلى حدوث مشاكل كثيرة فيما بعد .

ثانياً : صيانة المكيف أثناء مواسم التوقف

١ــ يجب تشغيل المكيف نصف يوم علي الوضع Fan لتجفيف المكيف من الداخل .

٢ــ نظف مرشح الهواء .

٣ــ افصل التيار الكهربي عن المكيف .

٤ــ نظف وعاء تجميع الماء المتكاثف لأن ترسب الأتربة في داخل هذا الوعاء يمكن أن يسد فتحة تصريف الماء الأمر الذي يؤدي إلى مشاكل مستقبلية .

٥ــ نظف المبادل الحراري الداخلي والخارجي مرة كل سنتان إلى ثلاثة سنوات بمكنسة كهربية .

ثالثاً : عند بداية مواسم التشغيل

١ــ نظف مرشح الهواء .

٢ــ افحص الجهاز من الداخل وتأكد من عدم وجود أي تلفيات .

٣ـــ تأكد من عدم وجود تسرب للزيت .

٤ـــ تأكد من أن اتجاه دوران المروحة في اتجاه عقارب الساعة .

٥ـــ شغل مروحة المبخر لتجفيف الجهاز من الداخل ثم شغل الجهاز بالطريقة المعتادة .

٤ ـــ ١١ ـــ ٢ الصيانة الدورية للمكيفات المجمعة تبريد الماء

أولاً : صيانة المكيف أثناء التشغيل العادي

١ـــ نظف مرشح الهواء كل أسبوعين علماً بأن انسداد مرشح الهواء يقلل من السعة التبريدية ويزيد من الضوضاء ويتم تنظيف مرشح الهواء بمكنسة كهربية أو يغسل بالماء بعد إزالة الأتربة العالقة بـــه بفرشاة مع ترك المرشح حتى يجف تماماً قبل إعادة استخدامه .

وتجدر الإشارة إلى أنه يحذر غسل المرشح بالماء الساخن أو البترين أو التنر أو المنظفات الصناعيـــة وكذلك يحذر تعريفي مرشح الهواء لأشعة الشمس المباشرة .

٢ـــ يجب تنظيف برج التبريد مرة كل شهر وتنظيف مرشح الماء مرة كل أسبوعين فعندما يكـــون مرشح الماء مسدود يقل تدفق الماء ومن ثم يزداد ضغط التكثيف وتقل السعة التبريدية وقد يفصـــل المكيف بفعل قاطع الضغط العالي . ولغسل خزان ماء برج التبريد يجب فتح صمام تصريف المـــاء الموجود أسفل برج التبريد والسماح بتصريف كل الماء الموجود داخل الخزان ويغسل الخزان مـــن الداخل بفرشاة وماء .

ثانياً : صيانة المكيف أثناء مواسم التوقف

في مواسم عدم استخدام المكيف مثل الربيع والخريف يتم عمل صيانة للمكيف بالطريقة التالية:

١ـــ شغل المكيف نصف يوم علي وضع FAN لتجفيف ما بداخل المكيف .

٢ـــ نظف مرشح الهواء .

٣ـــ افصل التيار الكهربي عن المكيف .

٤ـــ اغسل حلة تجميع الماء المتكاثف حيث أن القاذورات والأتربة تعمل علي سد فتحة تصريـــف الماء لذلك يجب غسل حلة تجميع الماء المتكاثف وإزالة الأتربة والقاذورات من حول فتحة تصريف الماء الموجود فيها .

٥ـــ نظف المبخر مرة كل سنتان أو ثلاثة سنوات حيث تدخل الأتربة والقاذورات الدقيقة جـــداً عبر مرشح الهواء وتصل إلى داخل زعانف المبخر أثناء توقف المكيف الأمر الذي يقلل مـــــن أداء المكيف ويمكن تنظيف المبخر بمكنة هوائية .

٦ــ يتم تصريف الماء كلياً من برج التبريد وجميع المواسير ومضخة تدوير الماء لأن بقاء بعض المــاء في فصول السنة الباردة جداً قد يؤدي إلى تجمد هذا الماء الأمر الذي يؤدي إلى حــــدوث بعــض التلفيات في المواسير .

٧ــ يغلق صمام تعويض الماء (الصمام الإمداد العمومي) لبرج التبريد .

٨ــ يمكن أن يتجمع ماء الأمطار داخل برج التبريد لذلك يجب ترك صنبور التصريف مفتوح .

نة المكيف في بداية مواسم ز

١ــ نظف مرشح الهواء .

٢ــ نظف خزان الماء لبرج التبريد وكذلك مرشح الماء .

٣ــ افحص الجهاز من الداخل وتأكد من عدم وجود أي تلفيات .

٤ــ تأكد من عدم وجود تسربات للزيت .

٥ــ شغل مروحة المبخر FAN نصف يوم لتجفيف ما بداخل الجهاز .

٦ــ افتح صمام الإمداد العمومي لبرج التبريد واغلق صنبور التصريف وشغل بـــــرج التـــبريد ثم المكيف علي وضع التشغيل المطلوب .

والجدير بالذكر أن السعة التبريدية تقل إذا زادت أو نقصت شحنة التبريد .

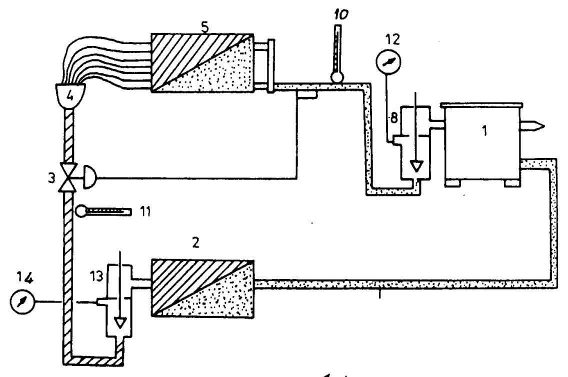
٤ ــ ١٢ قياس التحميص وزيادة التبريد

أولاً : قياس التحميص Super Heat

١ــ قس درجة الحرارة عند خط السحب t_1 وقس ضغط خط السحب p_2 كما بالشكل (٤ ــ ٦٢) .

حيث أن : ــ

الضاغط	1	صمام خدمة خط الغاز	8
المكثف	2	الضاغط	9
صمام التمدد	3	ترمومتر	10
موزع السائل	4	ترمومتر	11
المبخر	5	عدادات ضغط	12
بصيلة صمام التمدد	6	صمام خدمة خط السائل	13
عداد ضغط	7		



الشكل (٤ ــ ٦٢)

٢ــ عين درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط السحب وذلك إما باستخدام جداول ضغوط التشبع ودرجات حرارة التشبع (الجدول ٣ ــ ٣) وذلك لتعيين درجة حرارة التشبع t_s المقابلة لضغط خط السحب ps .

٣ــ احسب درجة حرارة التحميص من المعادلة التالية : ــ

$$SH = t_1 - t_S$$

علماً بأن SH تتراوح عادة ما بين 10 °C : 5 لمنع وصول السائل لخط سحب الضاغط .

مثال : ــ

إذا كانت درجة الحرارة عند مكان تثبيت بصيلة صمام التمدد تساوي 10 °C وكان ضغط خط السحب يساوي 5 bar مقاس فإن درجة حرارة التشبع t_s ويمكن تعيينها من الجدول بمعلومية ضغط السحب 5 bar لفريون R 22 وتساوي 5 °C

وبالتالي فإن : ــ

$$SH = 10 - 5 = 5^{o}C$$

٤-١٣ قياس زيادة التبريد Sub cool

فيما يلي خطوات قياس زيادة التبريد :-

١ــ قس درجة الحرارة عند مدخل صمام التمدد الحراري t_1 بواسطة ترمومتر كما بالشكل .

٢ــ قس الضغط في خط السائل بواسطة عداد ضغط مثبت في فتحة خدمة صمام السائل كما بالشكل .

٣ــ عين درجة حرارة التشبع المقابلة لضغط خط السائل .

٤ــ تعيين زيادة التبريد (التبريد الدوني) من المعادلة التالية : ــ

$$SC = t_1 - t_S$$.

مثال : ــ

إذا كانت درجة الحرارة عند مدخل صمام التمدد الحراري هي 35 °C وكان الضغط في خط السائل يساوي 15 bar مقاس فإن درجة حرارة التشبع عند الضغط المطلق (15+1=16 bar) يساوي 40 °C وبالتالي فإن التبريد الدوني يساوي :

$$SC = 40 - 35 = 5^oC$$

والجدير بالذكر أن 5 °C للتبريد الدوني كافية لمنع حدوث تبخر للغاز قبل وصوله إلى صمام التمدد أو الأنبوبة الشعرية وتزداد السعة التبريدية للجهاز .

والجدير بالذكر أن زيادة التحميص يعني :

١ــ نقص شحنة التبريد .

٢ــ انسداد في دورة التبريد .

٣ــ انخفاض ضغط الطرد .

٤ــ نقص شحنة التبريد الموجودة في بصيلة صمام التمدد .

٥ــ حمل زائد علي المبخر .

٦ــ تبخر لمركب التبريد الخارج من صمام التمدد وذلك عندما يكون المبخر بعيد جداً عن وحدة التكثيف الأمر الذي يؤدي لانخفاض شديد في الضغط أكثر من الناتج من التبريد الدوني Sub cool وهذا الانخفاض في الضغط ينتج من وزن السائل فكل متر ارتفاع يعمل علي تخفيض الضغط بمعدل 0.1 bar في دورات التبريد العاملة بفريون R 22 .

والجدير بالذكر أن بعض صمامات التمدد الحرارية تكون ضرورة بنظام لمعايرة التحميص .

٤ ــ ١٤ قياس السعة التبريدية للمكيف

يمكن تعيين السعة التبريدية للمكيف بقياس درجة الحرارة الجافة DB والرطبة WB للهواء المكيف والهواء الراجع وكذلك قياس معدل تدفق الهواء المكيف وهذه القياسات تتم بعد تشغيل نظام التكييف بحوالي نصف ساعة علي الأقل .

وفيما يلي خطوات قياس السعة التبريدية للمكيف : ــ

١ــ قس درجة الحرارة الجافة DB_1 ودرجة الحرارة الرطبة WB_2 للهواء الراجع .

٢ــ قس درجة الحرارة الجافة DB_2 ودرجة الحرارة الرطبة WB_2 للهواء المكيف .

٣ــ قس سرعة الهواء الخارج من الوحدة الداخلية (في حالة المكيف المجزأ) أو سرعة الهواء الخارج عند مخرج وحدة مناولة الهواء وذلك باستخدام جهاز المانومتر المائل أو جهاز الأنوميتر .

٤ــ احسب معدل تدفق الهواء المكيف ويساوي : ــ

$$Q_2 = A\ V_2 \qquad m^3 / s$$

حيث أن : ــ

معدل تدفق الهواء m^3 / s Q_2

مساحة مقطع جريلة الإمداد أو مجري هواء الإمداد (m^2) A

سرعة الهواء m^3 / s V_2

٥ــ استخدم الخريطة السيكرومترية لتعيين إنثالبيا الهواء الراجع H_1 وإنثالبيا هواء الإمداد H_2 والحجم النوعي لهواء الإمداد SV2.

٦ــ نحسب سعة المكيف من المعادلة التالية : ــ

$$\text{Capacity} = \frac{Q2}{SV2}(H_1 - H_2)$$

مثال : ــ

إذا كانت

$DB_1 = 27\ ^oC$
$WB_1 = 19.5\ ^oC$
$DB_2 = 18\ ^oC$
$WB_2 = 13.5\ ^oC$
$Q_2 = 0.75\ m^3/s$

فإنه من الخريطة السيكرومترية فإن : ــ

$H_1 = 56\ kJ/Kg$
$H_2 = 36.5\ kJ/Kg$

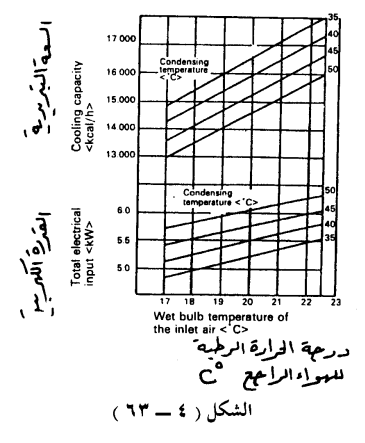
$$SV_2 = 0.835\ m^3/Kg$$

وبالتالي فإن سعة المكيف تساوي : ـــ

$$Capacity = \frac{Q_2}{SV_2}(H_1 - H_2)$$

والجدير بالذكر أن السعة التبريدية لجهاز التكييف تتغير تبعاً لتغير درجات الحرارة الخارجيـــــة وتزداد عند زيادة درجة الحرارة الرطبة وتنخفض إذا زاد ضغط المكثف وأيضاً فإن القدرة الكهربية للمكيف تزداد عند زيادة ضغط المكثف ،وبعض الشركات المصنعة تعطي لأجهزة التكييف الـــتي تصنعها مجموعة من المنحنيات لتعيين السعة التبريدية بوحدة kJ/hr والقدرة الكهربية المســـــحوبة kW عند درجات حرارة رطبة مختلفة وكذلك عند درجـــــات تكثيـــف مختلفـــة ، فالشـــكل (٤ ـــ ٦٣) يعرض مجموعة منحنيات لتعيين السعة التبريدية Kj/hr تبعاً لدرجة حـــرارة الهـــواء الراجع الرطبة ودرجة حرارة التكثيف لأحد المكيفات المجمعة تبريد مـــــاء مـــن إنتـــاج شـــركة Mitsubishi .

مثال إذا كانت درجة الحرارة الرطبة للهواء الراجع $20\ ^oC$ وكانت درجة حرارة التكثيف $40\ ^oC$ (وهي تعادل درجة الحرارة الخارجية مضافاً عليها $10\ ^oC$) فإن القدرة الكهربية المسحوبة لهذا المكيف الذي منحنياته مبينة بالشكل تساوي 5.5 kW وسعته التبريدية تساوي 160000 kJ/hr .



الشكل (٤ ـــ ٦٣)



الباب الخامس
مثلجات الماء



مثلجات الماء

٥ ــ ١ مقدمة

تنقسم مثلجات الماء تبعاً لنظرية عملها إلى : ــ

١ــ مثلجات ماء عاملة بالامتصاص .

٢ــ مثلجات ماء عاملة بدورات تبريد ميكانيكية وتنقسم هي الأخرى تبعاً لنوع الضاغط المستخدم إلى : ــ

أــ مثلجات ماء تعمل بضاغط طارد مركزي (مفتوح أو شبه مقفل) .

ب ــ مثلجات ماء تعمل بضاغط حلزوني دوار .

ج ــ مثلجات ماء تعمل بضاغط ترددي (شبه مقفل أو مفتوح) .

ويمكن تقسيم مثلجات الماء العاملة بدورات تبريد الميكانيكية تبعاً لنوعية وسيط التبريد إلى : ــ

أــ مثلجات ماء تبرد بالهواء .

ب ــ مثلجات ماء تبرد بالماء .

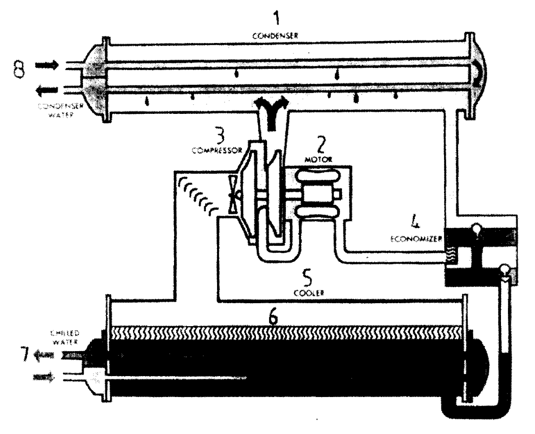
ولا تختلف دورة التبريد لهذه المثلجات عن دورات التبريد المشروحة في الفقرة (٤ ــ ٢) .

٥ ــ ٢ مثلجات الماء العاملة بضاغط طارد مركزي (تبريد ماء)

الشكل (٥ ــ ١) يعرض صورة لمثلج ماء وكذلك قطاع به سعته التبريدية تصل إلى 1000 TR طن تبريد من إنتاج شركة .Carrier Corp ويستخدم ضاغط طارد مركزي شبه مقفل بمرحلتين.

حيث أن : ــ

المكثف	1	المبخر	5
المحرك	2	محددات	6
الضاغط	3	الماء المثلج	7
الموفر	4	ماء تبريد المكثف	8



الشكل (٥ ــ ١)

حيث يمر بخار مركب التبريد المسحوب من المبخر 5 للفتحة المركزية للمرحلة الأولي للضاغط 3بمعدل يعتمد علي درجة فتح ريش التوجيه ويخرج البخار من المرحلة الأولي من فتحة علوية ثم يمر عبر مسار إلى فتحة الدخول المركزية للمرحلة الثانية للضاغط 3 ليصل إلى المكثف وفي المكثف يحدث تكاثف لبخار مركب التبريد نتيجة لتبريده بالماء ثم يعود سائل مركب التبريد من المكثف ماراً بصمام عوامة توصل غرفته السفلية بمدخل المرحلة الثانية للضاغط فيحدث انخفاض لضغط سائل مركب التبريد المار في صمام العوامة وكذلك يحدث تبريد للضاغط والمحرك فتزداد كفاءة المحرك . ويتحول سائل مركب التبريد إلى بخار في المبخر نتيجة لانتقال الحرارة من الماء المثلج الراجع من الأحمال (وحدات مناولة الهواء الطرفية AHU) .

وتتكرر دورة التبريد ، وتصل درجة حرارة الماء المثلج الخارج إلى ملفات التبريد في وحـــدات المناولة الطرفية AHU إلى 6.7 °C

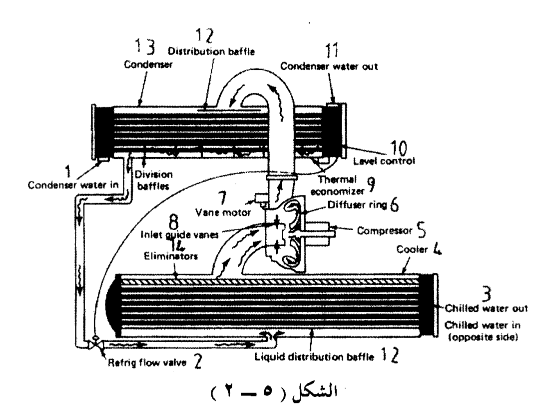
والجدير بالذكر أن الضواغط الطاردة المركزية تحتاج لدوران بسر عات عالية لانخفاض نســـبة الانضغاط لها مقارنة بالضواغط الترددية أو الحلزونية فعند استخدام محرك استنتاجي قطبين يـــدور

بسرعة 3600 RPM يلزم استخدام ضواغط طاردة مركزية متعددة المراحل مع فريون R 11 و R 12 مع استخدام محرك استنتاجي سرعته 3600 RPM لفة / دقيقة .

والشكل (٥ ــ ٢) يعرض قطاع في مثلج ماء يعمل بضاغط طارد مركزي من النوع المفتوح بمرحلتين من إنتاج شركة .Carrier Corp سعته التبريدية تتراوح ما بين 6000 TR : 2000 طن تبريد ويستخدم R 12 أو R 500 .

حيث أن : ــ

مدخل ماء التبريد	1	دليل ريش التحكم في التدفق	8
صمام التمدد	2	موفر حراري	9
مخرج الماء المثلج المدخل في الجهة العكسية	3	تحكم في المستوي	10
المبخر (مبرد الماء)	4	مخرج ماء التبريد	11
ضاغط طارد مركزي من النوع المفتوح	5	موجه توزيع	12
حلقة الانتشار	6	مكثف	13
محرك ريش التحكم في التدفق	7	محددات	14
ماء		مركب التبريد	▭
تدفق الماء	←	تدفق مركب التبريد	↜



الشكل (٥ ــ ٢)

ويلاحظ أن المبخر يحتوي علي موجهات لتوزيع مركب التبريد وموانع تدفق سائل مركب التبريد مع بخار مركب التبريد إلى مدخل الضاغط الطارد المركزي . وكذلك فإن المكثف يحتوي علي موجهات لتوزيع مركب التبريد حول مواسير تدفق ماء التبريد وكذلك تحتوي علي موجهات تقسيم مركب التبريد حول المقاطع المختلفة لمواسير تدفق ماء التبريد .

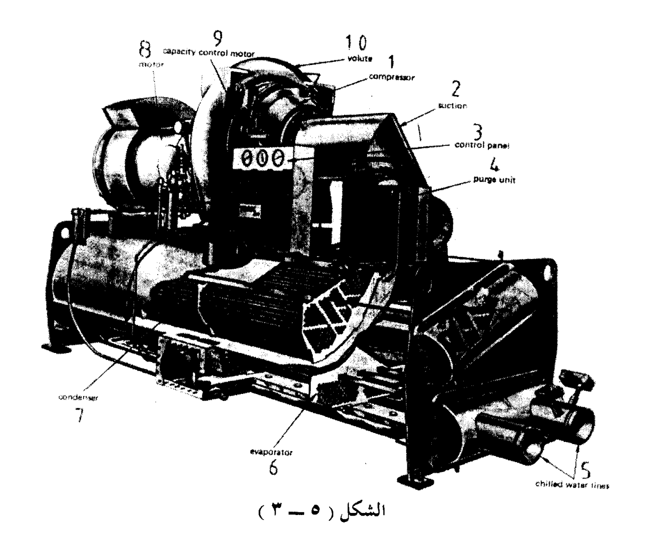
وعادة يستخدم مع الضواغط الطاردة المركزية الأحادية المرحلة ريش لتوجيه البخار الداخل والتحكم فيه Inlet Guide Vanes ويتغير وضع هذه الريش من الفتح الكامل للغلق الكامل بواسطة وسيلة هوائية Pneumatic أو باستخدام محرك كهربي يتم تشغيله بنظام ميكانيكي نتيجة للإشارة القادمة من دائرة إلكترونية تبعاً لدرجة حرارة الماء المثلج .

والجدير بالذكر أن الضواغط الطاردة المركزية عند توقف محركها فإنها تستمر في الدوران مدة طويلة حتى تتوقف تماماً لذلك يجب التأكد من أن محرك مضخة الزيت يستمر في الدوران حتى بعد توقف محرك الضاغط لحين توقف الضاغط تماماً .

والشكل (٥ — ٣) يعرض نموذج لمثلج ماء بضاغط طارد مركزي بمرحلة واحدة من إنتاج شركة York .

حيث أن : —

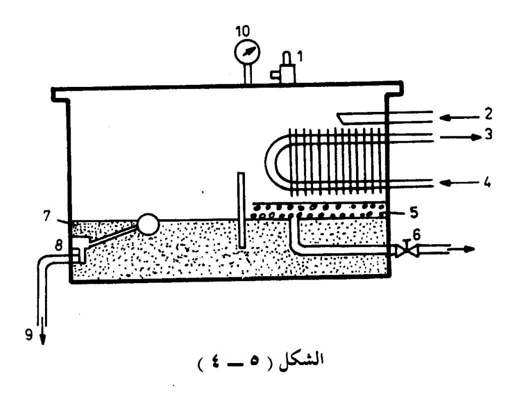
1	الضاغط	6	المبخر
2	خط السحب	7	المكثف
3	لوحة التحكم	8	المحرك
4	وحدة تطهير	9	محرك التحكم في السعة التبريدية
5	خطوط الماء البارد	10	غلاف حلزوني (الضاغط)



الشكل (٥ ــ ٣)

ويلاحظ أن الضاغط من النوع المحكم القفل ذو مرحلة واحدة ويوجد بالضـــاغط صنـــدوق تروس في اليسار العلوي ، أما خط طرد الضاغط جهة اليمين العلوي . ويوجد نظام ميكـــانيكي للتحكم في سعة المثلج يتم التحكم فيه بمحرك كهربي أما المكثف فمن نوع الوعاء والمواسير Shell & Tube وكذلك فإن المبخر من نوع الوعاء والمواسير وهو أسفل المكثف .

والجدير بالذكر أنه يوجد أنواع من مثلجات الماء المزودة بضواغط طاردة مركزية تبرد بالمـــاء تصل سعتها التبريدية إلى 350 TR طن تبريد وعند استخدام R 11 كمركب تبريد في الضواغط الطاردة المركزية فإن ضغط السحب يكون أقل من الضغط الجوي ونظرا لأن حجم الوحدة يكون كبير لذلك يصبح من الصعوبة بمكان منع دخول الهواء خلال الوصلات الغير ملحومـــة ولذلـــك نحتاج لوحدة تطهير كالمبينة بالشكل (٥ ــ ٤) .



الشكل (٥ ــ ٤)

حيث أن : ــ

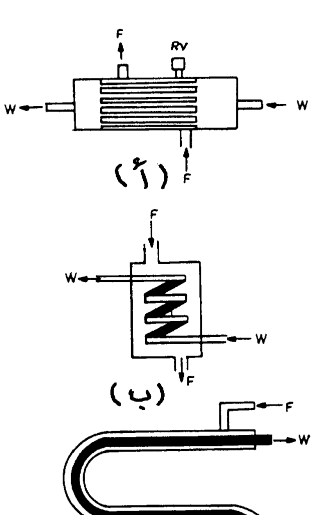
صمام تصريف الضغط الزائد	1	صمام يدوي للتصريف	6
الغاز الساخن	2	مركب التبريد في صورة سائلة	7
الماء المثلج الخارج	3	صمام عوامي	8
الماء المثلج الداخل	4	إلى المثلج	9
ماء	5	عداد ضغط	10

حيث يتم سحب الغازات الموجودة أعلي المكثف (خليط من بخار مركب التبريد والهواء الجوي) بواسطة ضاغط وحدة التطهير ثم بعد ذلك يفصل زيت الضاغط من هذا البخار ويعاد إلى الضاغط بواسطة فاصل زيت ثم يدفع هذا البخار إلى غرفة التطهير والتي تحتوي علي مواسير تحتوي علي ماء مثلج لتكاثف بخار الفريون ويتجمع أسفل غرفة التطهير ويوجد صمام عوامي لإعادة مركب التبريد إلى المبخر أما الغازات الغير متكاثفة تظل في أعلي غرفة التطهير وعند زيادة ضغطها يفتح صمام تصريف الضغط الزائد والمثبت أعلي الغرفة لخروج هذه الغازات إلى الهواء الجوي في حين أن الماء المتجمع أعلي سطح مركب التبريد يسمح بتصريفه إلى الخارج بواسطة صمام يدوي معد لذلك ،علما بأن وحدة التطهير تعمل ذاتيا وتستخدم عادة مع مثلجات الماء العاملة بالضواغط الطاردة المركزية وكذلك مثلجات الماء العاملة بالامتصاص .

٥ ـــ ٢ ـــ ١ المكثفات التي تبرد بالماء

وتقوم المكثفات التي تبرد بالماء بالتخلص من حرارة مانع التبريد الكامنة بنقلها إلى ماء التبريد وهناك ثلاثة أنواع من وحدات التكثيف التي تبرد بالماء موضحة بالشكل (٥ ـــ ٥) وهم كما يلي : ـــ

١ـــ أنابيب بداخل وعاء (الشكل أ)
٢ـــ ملف بداخل وعاء (الشكل ب)
٣ـــ أنبوبة بداخل أنبوبة (الشكل ج)



الشكل (٥ ـــ ٥)

حيث أن : ــ

ماء التبريد	W
مركب التبريد	F
صمام تصريف الضغط الزائد	RV

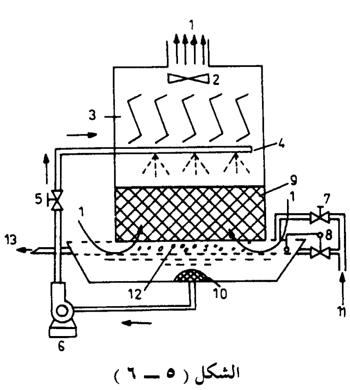
ومن أهم مميزات المكثفات التي تبرد بالماء عن مثيلتها التي تبرد بالهواء المدفوع ما يلي : ــ

١ــ يمكن أن تعمل عند ضغط منخفض ومن ثم يقل الضغط الخارج من الضاغط وتباعاً تقل القدرة الكهربية المسحوبة من الضاغط وكذلك يصغر حجم الضاغط .

وعادة تكون درجة حرارة التكثيف أكبر بحوالي ست درجات مئوية من درجة حرارة الماء الخارج من وحدة التكثيف وتكون درجة حرارة الماء الخارج من المكثف أعلي من درجة حرارة الماء الداخل للمكثف بحوالي ست درجات مئوية أيضاً .

ويمكن إمداد المكثفات التي تبرد بالماء من مصدر الماء العمومي أو من بئر او من وحدة معالجة ماء وحتى تكون تكلفة استهلاك الماء في التبريد اقتصادية يجب استخدام صمام تنظيم تدفق ماء التبريد .

وعادة يكون تدفق الماء في المكثف المائي حوالي 3.87 L/min/kW وعند هذا التدفق ترتفع درجة حرارة ماء التبريد $6\ ^oC$ وبالتالي تحتاج وحدة تكثيف لنظام تبريد سعته التبريدية 70 kW أي (20 TR طن تبريد) حوالي 270 لتر من الماء في الدقيقة وهذه المعدل يعتبر كبير جداً فماسورة ماء قطرها ¾ بوصة لا تستطيع إمداد أكثر من (45 : 68) لتر / دقيقة ، فإذا لم يكن الماء رخيص جداً فإن الماء الناتج من عملية التبريد يلزم إعادة استخدامه وذلك بتبريده ويستخدم في ذلك أبراج التبريد Cooling Towers



الشكل (٥ ــ ٦)

٥ ـــ ٢ ـــ ٢ أبراج التبريد .

يبني فكرة عمل أبراج التبريد علي السماح للماء الدافئ بالتبخر فيتخلص من الحرارة الكامنة عند التبخر ومن ثم يبرد .

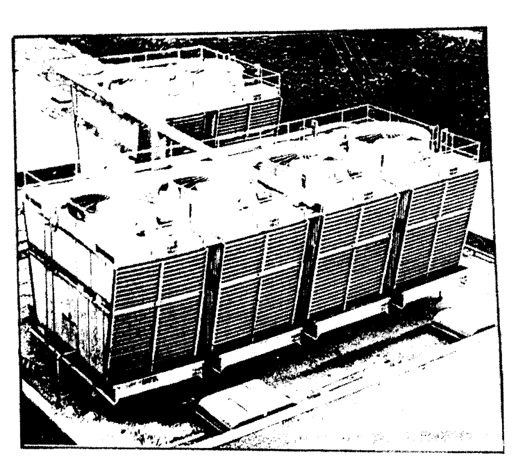
حيث يتم ضخ الماء الدافئ بواسطة مضخة فيخرج الماء الدافئ من منافث علي شكل نوا فير وحيث أن الماء الدافئ أصبح علي هيئة ذرات صغيرة تتساقط علي جدران برج التبريد الأمر الذي يجعل فرصة تبخر هذه الذرات عالية نتيجة لزيادة المساحة المتعرضة للهواء وتنخفض درجة حرارة الماء المتجمع أسفل برج التبريد بحوالي $6\ ^oC$: 3 عن درجة الحرارة الرطبة للهواء المحيط وعادة تحتاج أبراج التبريد لتعويض الماء المتناقص .

نتيجة للتبخر الحادث والناتج عن الرياح الهوائية التي تتعرض لها الذرات المتساقطة وكذلك نتيجة للنقص الناتج عن تصريف جزء من ماء البرج للحد من ارتفاع نسبة الملوحة في ماء التبريد والذي يتراوح بمعدل % 20 : 10 من معدل تدفق الماء وهذا أيضا يمثل تكلفة عالية خصوصا إذا كان سعر ماء التبريد عاليا . والشكل (٥ ـــ ٦) يعرض قطاع مبسط لبرج تبريد .

حيث أن : ـــ

الهواء الخارج من البرج	1
مروحة تبريد	2
محددات	3
رشاشات ماء	4
صمام يدوي	5
مضخة تدوير الماء	6
صمام يدوي للملئ السريع	7
صمام عوامي لتعويض الفقد في الماء	8
حشو	9
مرشح ومصفاة للماء	10
من مصدر الماء العمومي	11
قطرات الماء المتساقطة	12
الماء الزائد	13

والشكل (٥ ــ ٧) يعرض نموذج لبرج تبريد من إنتاج شركة Marley Cooling Tower Co.

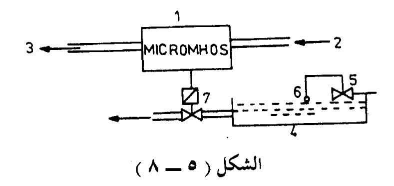


الشكل (٥ ــ ٧)

٥ ــ ٢ ــ ٣ طرق تقليل نسبة الأملاح في أبراج التبريد

١ــ استشعار نسبة الملوحة بجهاز قياس الموصلية

فيمكن تقليل معدل تصريف الماء اللازم للمحافظة علي الملوحة بالقدر غير الضار باستخدام جهاز استشعار نسبة الملوحة والشكل (٥ ــ ٨) يوضح هذه الطريقة .



الشكل (٥ ــ ٨)

حيث أن : ــ

جهاز استشعار نسبة الملوحة	1
دخول عينة من الماء	2
خروج عينه الماء إلى مكان الصرف	3
مجمع الماء أسفل برج التبريد	4
صمام عوامة	5
عوامة	6
صمام كهربي	7

ويقوم جهاز استشعار نسبة الملوحة بقياس نسبة الملوحة في الماء وذلك بقياس موصلية الماء وهي معكوس المقاومة : ــ

الموصلية = ١ / المقاومة

فكلما زادت نسبة الملوحة وصلت إشارة كهربية إلي الصمام 7 ليفتح الصمام وليخرج الماء من حوض تجميع الماء الموجود أسفل برج التبريد ويفتح صمام العوامة ليعوض هذا النقص الحادث في مستوي الأملاح في الماء وصولا لمستوي الأملاح المسموح به فينقطع التيار الكهربي عن الصمام 6.

٢ــ استخدام حاكم pH : ــ

نظرا لأن عملية تبريد الماء في أبراج التبريد يصحبها تبخر لبعض الماء الأمر الذي يزيد من تركيز الأملاح في الماء المتبقي وبالتالي يتحول الماء من الحالة المتعادلة إلي الحالة القلوية لذلك يحتاج الماء في هذه الحالة لإضافة حامض للوصول به إلي الحالة المتعادلة مرة أخري ويستخدم حـــاكم (PH) لقياس نسبة الحمضية والقلوية في الماء في مدي يتراوح ما بين (14 : 1) فعندما تكون قيمة PH مساوية 7 يعني هذا أن الماء متعادل وعندما تكون قيمة PH أكبر من 7 يعني هذا أن الماء قلــوي وإذا كانت قيمة PH أقل من 7 يعني هذا أن الماء حمضي .

والشكل (٥ ــ ٩) يعرض مخطط توضيحي يبين فكرة عمل هذه الطريقة .

حيث أن : ــ

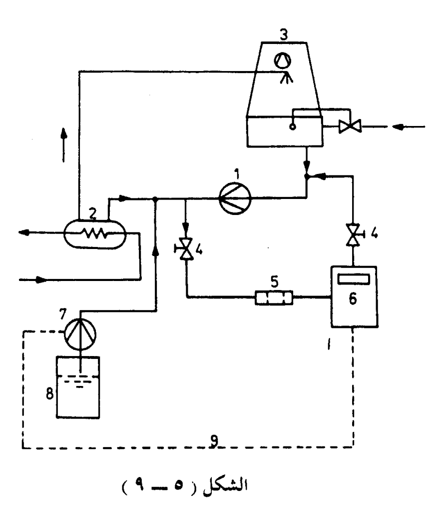
مضخة الماء للمكثف	1
مكثف	2
برج التبريد	3
صمامات عزل حاكم PH	4

مرشح 5

حاكم PH 6

مضخة الحامض 7

خزان حامض 8



الشكل (٥ ــ ٩)

نظرية العمل : ــ

تصل عينه من الماء الذي تضخه مضخة ماء التبريد 1 عبر الصمام اليــدوي 4 والمرشــح 5 للحاكم PH ثم تعود مرة أخري إلي خط سحب مضخة الماء 1 وفي حالة زيادة PH عن الحــد المسموح به يعطي الحاكم 6 إشارة إلي المضخة 7 لتضخ جزء يسير من الحامض مع ماء التـــبريد لضبط قيمة PH ... وهكذا .

والجدير بالذكر أنه في حالة انخفاض درجة الحرارة الخارجية عن $24\ ^oC$ فإن السعة التبريديـــة لبرج التبريد يجب أن تنخفض ويتم ذلك إما بفصل مراوح برج التبريد أو عمل مسار بديل لــبرج التبريد بواسطة صمام سكتين أو صمام ثلاثة سكك وفي كلتا الحالتين الأخيرتين يتم قياس درجـــة

حرارة الماء الخارج من برج التبريد فإذا كانت درجة حـــرارة المـــــاء أقل من ($21\ ^oC$: 16)

يقوم الصمام (ذو السكتين أو ثلاثة سكك) بمنع مرور أي ماء علي برج التبريد .

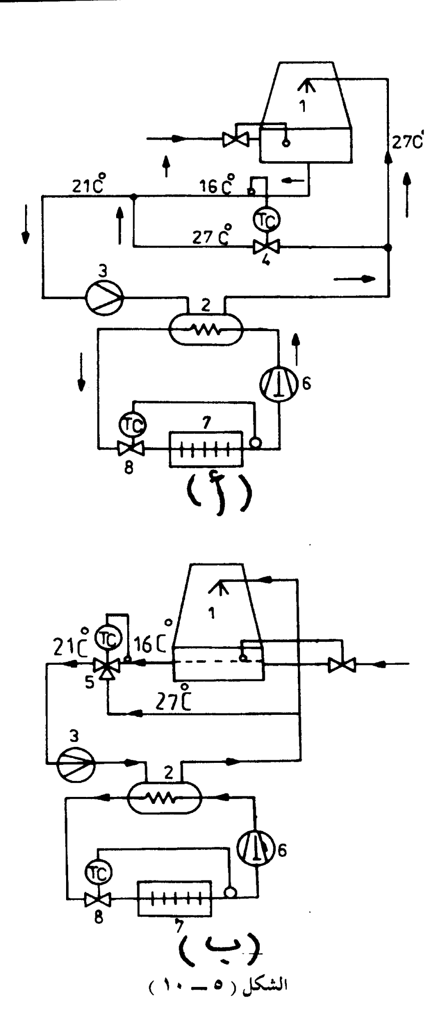
والشكل (٥ ــ ١٠) يعرض طريقة عمل مسار بديل باستخدام صمام ماء ثلاثة سكك .

حيث أن : ــ

برج التبريد	1
المكثف	2
مضخة ماء التبريد	3
صمام سكتين	4
صمام ثلاثة سكك	5
الضاغط	6
المبخر	7
صمام التمدد	8

والجدير بالذكر أن كلا من الصمام ذو السكتين والصمام ذو الثلاثة سكك هي صمامات تنظيم ضغط المكثف التي تبرد بالماء .

ففي الشكل (أ) يتم التحكم في تدفق ماء التبريد في المسار البديل لبرج التبريد بصمام تنظيـــم ضغط المكثف من النوع الحراري المزود ببصيلة وأنبوبة شعرية حيث توضع بصيلة الصمام عنــــد مخرج البرج فكلما انخفضت درجة حرارة الماء الخارج من الفرن ازداد تدفق الماء في الصمــــام 4 وذلك للوصول بدرجة حرارة الماء الراجع للمكثف إلي $21\ ^oC$ علما بأن الصمام 4 له خـــواص معاكسة لخواص صمام تنظيم ضغط المكثف . وفي الشكل (ب) يتم التحكم في نسبــة خلط الماء الخارج من برج التبريد والماء المار في المسار البديل بواسطة الصمام ذو الثلاثـــة ســـكك S للوصول بدرجة حرارة ماء التبريد الراجع للمكثف إلي $21\ ^oC$.



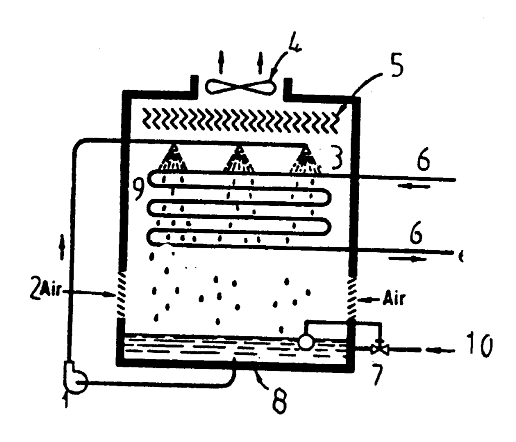
الشكل (٥ — ١٠)

٥ ــ ٢ ــ ٤ المكثفات التبخيرية Evaporative Condensers

الشكل (٥ ــ ١١) يعرض مخطط توضيحي لمكثف تبخيري .

حيث أن : ــ

1 مضخة
2 دخول هواء
3 رشاشات الماء
4 مروحة
5 محددات (موانع خروج قطرات الماء)
6 من وإلي دائرة التبريد
7 صمام عوامي لتعويض النقص في مستوي الماء
8 حوض الماء في قاعدة المكثف
9 ملف المكثف
10 من مصدر الماء العمومي



الشكل (٥ ــ ١١)

نظرية العمل : ـــ

تقوم المضخة 1 بضخ الماء المتجمع في حوض الماء 8 الموجود أسفل المكثف التبخيري ليخرج علي شكل ذرات ماء من الرشاشات 3 وتتساقط ذرات الماء علي أنابيب المكثف 9 التي تحمل مركب التبريد وفي نفس الوقت فإن المراوح 4 دفع الهواء الجوي ليمر علي أنابيب المكثف المبتلة فيحدث بخر للماء من علي أنابيب المكثف التي تحمل مركب التبريد نتيجة لانتقال الحرارة من مركب التبريد إلي ذرات الماء المتجمعة علي أنابيب المكثف المبتلة .

والجدير بالذكر أن المكثفات التبخيرية تحتاج لنفس الطرق السابقة المتبعة لمعالجة الماء مع أبراج التبريد لمنع زيادة نسبة الملوحة بالحد الذي يؤدي لتجمع الأملاح علي أنابيب مركب التبريد وكذلك نحتاج لتعويض النقص في مستوي الماء في حوض الماء السفلي والناتج عن التبخير وكذلك الناتج عن صرف بعض الماء عند زيادة نسبة الأملاح ويستخدم في ذلك صمام بعوامة 7 تماما كالمستخدم مع أبراج التبريد .

وعادة تعمل المكثفات التبخيرية بنظام التهوية فقط بالمراوح بدون عمل المضخة أي بدون رش الماء علي ملف المكثف الذي يحمل مركب التبريد وذلك عندما تكون درجة حرارة الهواء المحيط أقل (27 °C : 21) أما إذا ارتفعت درجة الحرارة عن هذه الحدود تعمل مضخة الماء .

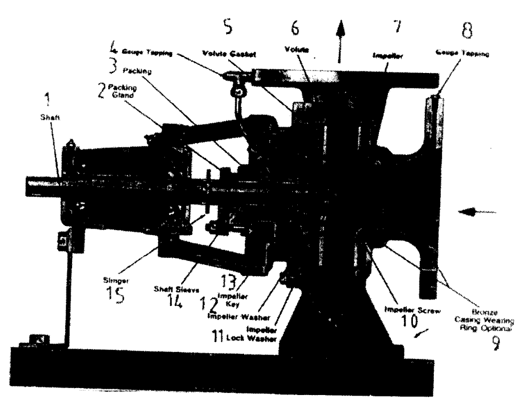
٥ ــ ٢ ــ ٥ المضخات الطاردة المركزية

والشكل (٥ ــ ١٢) يعرض تركيب المضخة الطاردة المركزية والمستخدمة في ضخ ماء تبريد المكثفات أو الماء المثلج .

حيث أن :ـ

عمود الإدارة	1	حلقة من البرونز	9
جلاند الحشو	2	مسمار رباط العضو الدوار	10
الحشو	3	وردة قفل للعضو الدوار	11
مكان تثبيت عداد الضغط	4	وردة للعضو الدوار	12
جوان الغلاف الحلزوني	5	خابور تثبيت العضو الدوار مع عمود الإدارة	13
الغلاف الحلزوني	6	جلبة العمود	14
العضو الدوار Impeller	7	حلقة تعليق	15

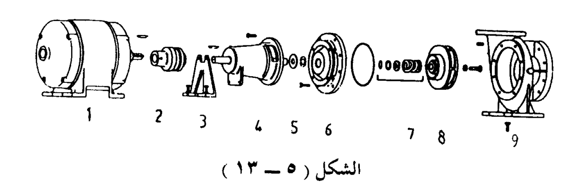
ويتم تشحيم كراسي محور عمود المضخة من الفتحات B و A.



الشكل (٥ ــ ١٢)

ولا تختلف فكرة عمل المضخات الطاردة المركزية عن فكرة عمل الضواغط الطاردة المركزية حيث يدخل الماء من مركز العضو الدوار ويدفع إلي الخارج نتيجة للقوة الطاردة المركزية ويتجمع الماء بواسطة الغلاف الحلزوني ليخرج من فتحة المخرج العلوية .

والشكل (٥ ــ ١٣) يعرض الأجزاء المفككة لمضخة طاردة مركزية



الشكل (٥ ــ ١٣)

حيث أن : ــ

المحرك 1 غطاء الغلاف الحلزوني 6

وحدة ربط 2 مجموعة منع تسرب (جوان ، وردة ، ياي) 7

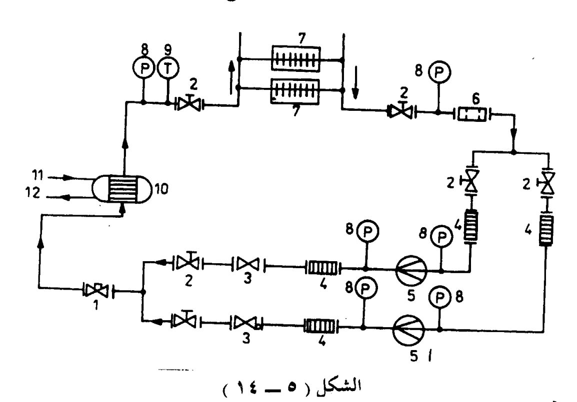
ركائز تثبيت 3 العضو الدوار 8

هيكل كراسي المحور 4 الغلاف الحلزوني 9

وعادة تكون سرعة محرك المروحة الذي يعمل عند 50 H إما 1500 RPM أو 3000 RPM وكلما تزداد السرعة يزداد الضوضاء والاهتزازات وعادة يستخدم موانع تسرب دوارة لمنع حدوث التسربات .

٥ ـــ ٢ ـــ ٦ دورات الماء المثلج وماء التبريد

الشكل (٥ ـــ ١٤) يبين طريقة تمديد دورة الماء المثلج .



الشكل (٥ ـــ ١٤)

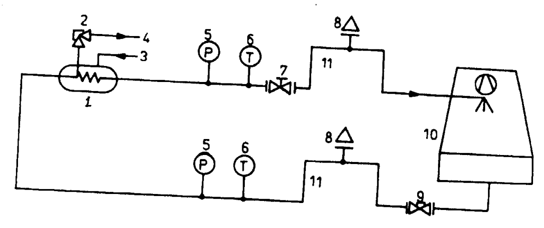
حيث أن : ـــ

صمام مستقيم يعمل بمفتاح راتشت	1
صمام يدوي بفلانجات	2
صمام لا رجعي بفلانجات	3
وصلات مرنة لمنع انتقال الاهتزازات	4
مضخات طاردة مركزية	5
مرشح فلانجي	6
الأحمال (ملفات التبريد بوحدات مناولة الهواء)	7

عداد ضغط	8
عداد درجة حرارة	9
المبخر	10
دخول مركب التبريد	11
خروج مركب التبريد	12

ويلاحظ أنه يعمل مسارين متماثلين بالتوازي كلا منهما يحتوي علي مضخة ماء مثلج بحيث يعمل إحداهما وتكون الأخرى احتياطية .

والشكل (٥ ــ ١٥) يبين طريقة تمديد دورة ماء تبريد المكثف إذا كان المكثف وبرج التبريد في مستوي واحد .



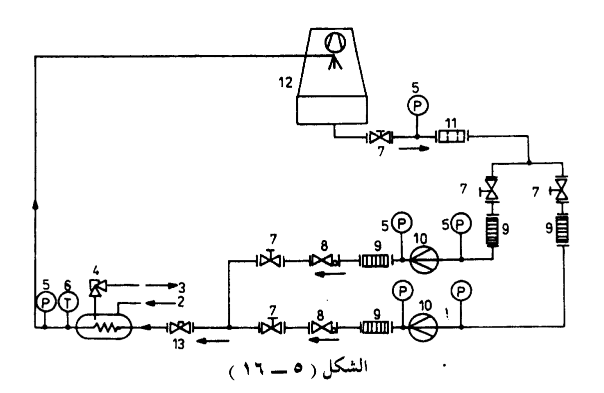
الشكل (٥ــ ١٥)

حيث أن : ــ

مكثف	1
صمام قائم يعمل بمفتاح راتشت (مربع)	2
دخول مركب التبريد	3
خروج مركب التبريد	4
عداد ضغط	5
عداد درجة حرارة	6
صمام يدوي بفلانجات	7
مكان تنفيس الهواء	8
صمام مستقيم يعمل بمفتاح راتشت (مربع)	9

برج تبريد رطب ذو مروحة تهوية ماصة	10
حلقة أعلى من مستوي المكثف	11

أما الشكل (٥ ــ ٦ ١) فيبين طريقة تمديد دورة ماء تبريد المكثف إذا كان برج التبريد أعلى المكثف .



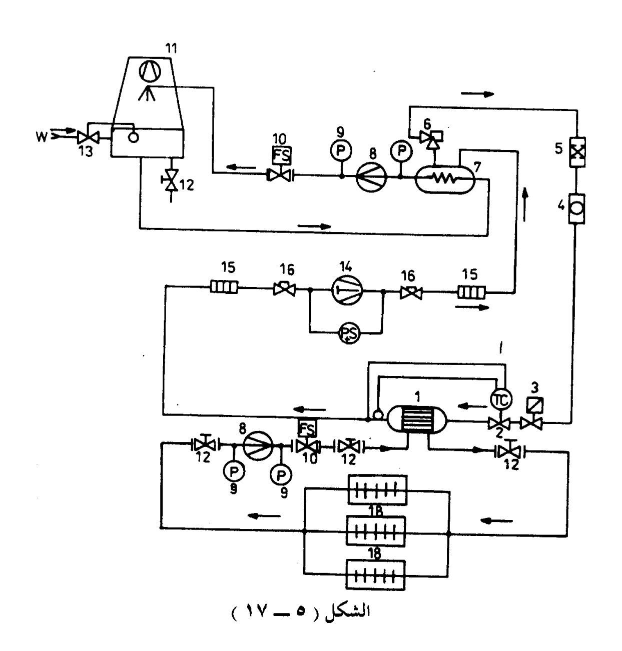
الشكل (٥ ــ ١٦)

حيث أن : ــ

المكثف	1	صمام لا رجعي	8
دخول مركب التبريد	2	وصلات مرنة فلانجية	9
خروج مركب التبريد	3	مضخة طاردة مركزية	10
صمام قائم يعمل بمفتاح راتشت (مربع)	4	مرشح بفلانجات	11
عداد ضغط	5	برج تبريد	12
عداد درجة حرارة	6	صمام يعمل بمفتاح راتشت	13
صمام يدوي بفلانجات	7		

٥ ــ ٢ ــ ٧ دورة التبريد

والشكل (٥ ــ ١٧) يعرض دورة تبريد بسيطة لمثلج ماء تبريد ماء .



الشكل (٥ ــ ١٧)

حيث أن : ــ

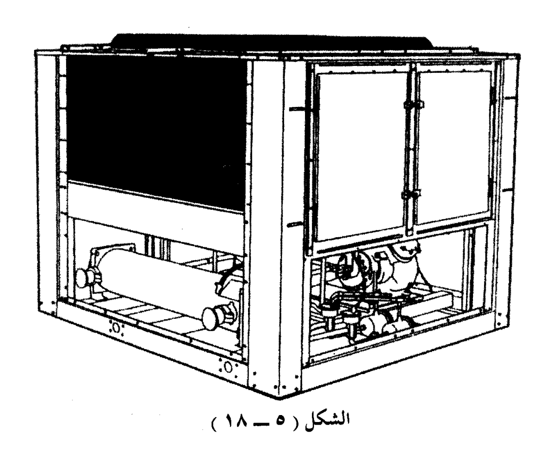
1	المبخر	11	برج التبريد
2	صمام تمدد حراري	12	صمام يدوي
3	صمام كهربي	13	صمام عوامي

زجاجة بيان	4	الضاغط	14
مرشح / مجفف	5	وصلات مرنة	15
صمام قائم يعمل بمفتاح راتشت	6	صمام مستقيم يعمل بمفتاح راتشت	16
مكثف	7	عداد درجة حرارة	17
مضخة الماء	8	الأحمال (ملفات التبريد)	18
عداد ضغط	9	قاطع الضغط العالي والمنخفض	19
مفتاح تدفق	10	مصدر الماء العمومي	W

٥ ـــ ٣ مثلجات الماء المجمعة العاملة بضواغط ترددية Packaged chiller

تتواجد مثلجات الماء المجمعة والمبردة بالهواء بسعات تبريدية تتراوح ما بين (2 : 240 TR) طن تبريد وتكون مزودة بضواغط ترددية من النوع المقفل أو شبه المقفل .

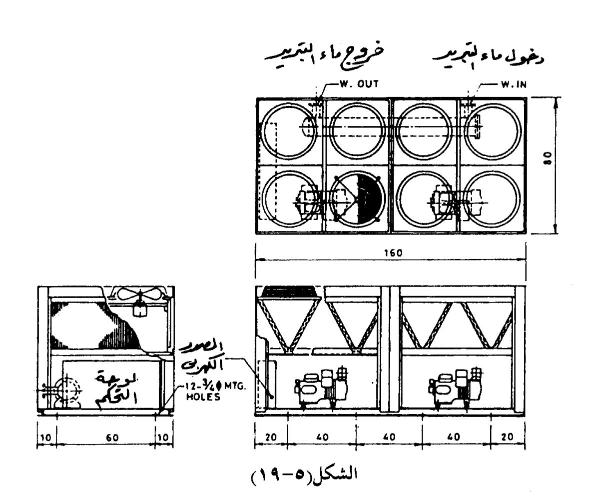
والشكل (٥ ـــ ١٨) يعرض نموذج لمثلج ماء مجمع تبريد هواء سعته التبريدية 111 TR طـــن تبريد من إنتاج شركة .Carrier Co والشكل (٥ ـــ ١٩) يعرض المسقط الأفقـــي والرأســـي والجانبي لمثلج ماء مجمع تبريد هواء يشابه السابق من إنتاج شركة الشارقة والكويت المحدودة وعليه الأبعاد بالبوصة .



الشكل (٥ ـــ ١٨)

حيث أن : ــ

المبخر	1	ضاغط	4
مدخل الماء المثلج	2	صندوق التحكم	5
مخرج الماء المثلج	3	المكثف	6
مروحة أحد المكثفات	7		

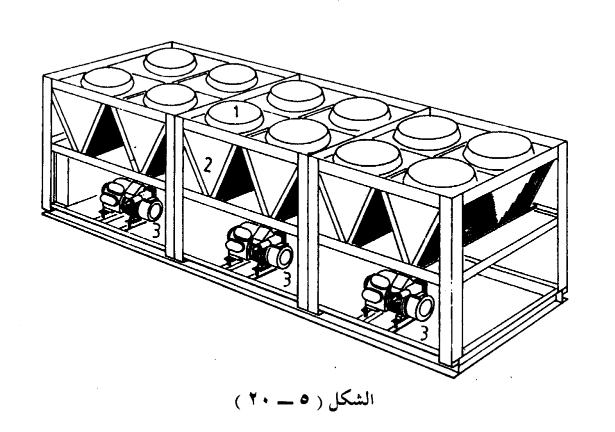


الشكل(٥-١٩)

الشكل (٥ ــ ٢٠) يعرض نموذج لمثلج ماء مجمع تبريد هواء سعته التبريدية 221 TR طن تبريد من إنتاج شركة الشارقة والكويت للصناعات المحدودة .

حيث أن :-

مروحة المكثف	1
المكثف	2
الضاغط	3



الشكل (٥ ــ ٢٠)

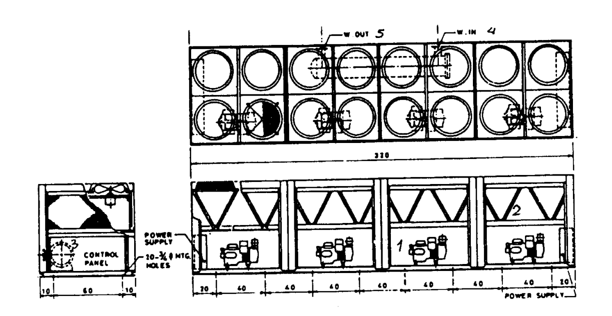
والشكل (٥ ــ ٢١) يعرض المسقط الأفقي والرأسي والجانبي لهذا المثلج عليه الأبعاد بالبوصة من إنتاج شركة الشارقة والكويت المحدودة : ــ

حيث أن : ــ

الضاغط 1 — دخول الماء المثلج 4

المكثف 2 — خروج الماء المثلج 5

المبخر 3

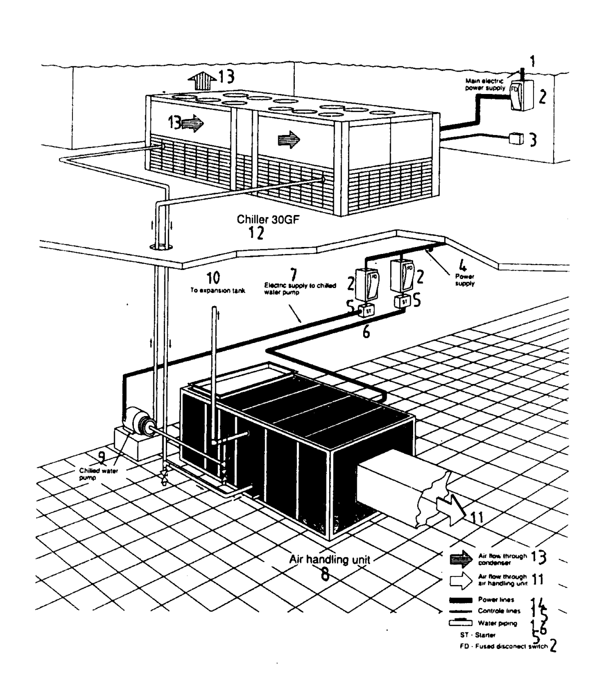


الشكل (٥ ــ ٢١)

والشكل (٥ ــ ٢٢) يبين طريقة نظام تكييف مركزي يستخدم مثلج ماء مجمع تبريد هواء من إنتاج شركة Carrier Corp. .

حيث أن :–

مصدر القدرة الكهربي	1	مضخة ماء مثلج	9
قاطع دائرة	2	إلى خزان التمدد	10
لوحة تحكم	3	الهواء المكيف	11
مصدر قدرة كهربي	4	مثلج الماء	12
وحدة بدء كهرومغناطيسية	5	هواء تبريد المكثف	13
إلى محرك المروحة	6	خطوط القدرة الكهربية	14
إلى محرك المضخة	7	خطوط التحكم	15
وحدة مناولة الهواء	8	مواسير الماء	16


Main electric power supply
Chiller 30GF
To expansion tank
Electric supply to chilled water pump
Power supply
Chilled water pump
Air handling unit
Air flow through condenser
Air flow through air handling unit
Power lines
Controle lines
Water piping
ST - Starter
FD - Fused disconect switch

الشكل (٥ ــ ٢٢)

والشكل (٥ ــ ٢٣) يعرض نموذج لمثلج ماء مجمع تبريد ماء سعته التبريدية 60 TR طـــن تبريد من إنتاج شركة .Carrier Corp

حيث أن : ــ

لمبة بيان	1
ضاغط شبه مقفل	2
مبخر من نوع الوعاء	3
مكثف تبريد ماء من نوع الوعاء والمواسير	4
مرشح / مجفف	5
لوحة تحكم	6

الشكل (٥ ــ ٢٣)

٥ ــ ٤ دوائر التحكم في المثلجات المجمعة

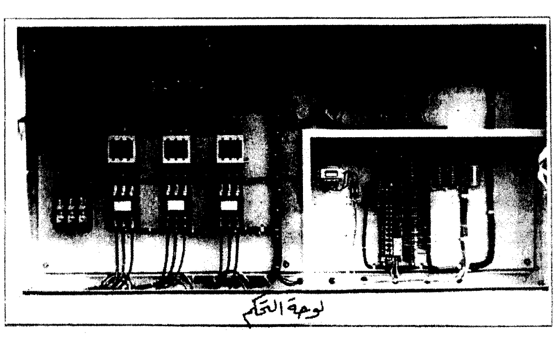
يمكن تقسيم دوائر التحكم في مثلجات الماء المجمعة إلي : ــ

١ــ دوائر التحكم للمثلجات المجمعة المبردة بالهواء .

٢ــ دوائر التحكم للمثلجات المجمعة المبردة بالماء .

٥ ــ ٤ ــ ١ دوائر التحكم للمثلجات المجمعة المبردة بالهواء

الشكل (٥ ــ ٢٤) يعرض صورة لدائرة تحكم تقليدية مثلج ماء من إنتاج شركة الزامـــل للمكيفات المملكة العربية السعودية حيث يستخدم فيها مجموعة من قواطع الدائـــرة والمصـــهرات والكونتاكتورات والمتممات الحرارية ومحول تحكم ....الخ



الشكل (٥ ــ ٢٤)

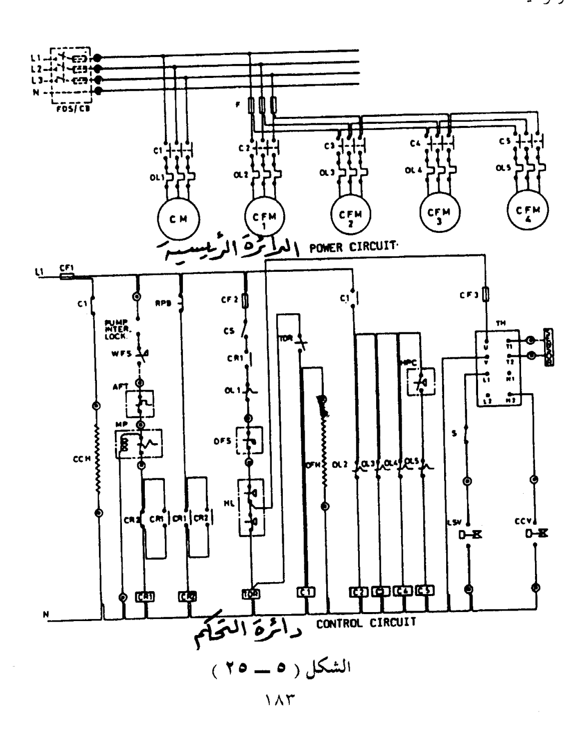
الدائرة الأولي :

الشكل (٥ ــ ٢٥) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمثلج ماء سعته التبريدية 32 TR طن تبريد من إنتاج شركة الشارقة والكويت للصناعات المحدودة

حيث أن : ــ

مصهر مصدر القدرة	F	ضاغط التحرير	RPB
كونتاكتور	C	قاطع ضغط الزيت	OFS
متمم زيادة الحمل	OL	قاطع الضغط الثنائي	HL

محرك الضاغط	CM	ريلاي تأخير زمني	TDR
محرك مروحة المكثف	CFM	سخان قاطع ضغط الزيت	OFH
مصهر دائرة التحكم	CF	قاطع ضغط المكثف	HPC
مفتاح التحكم	CS	ثرموستات متعدد المراحل	TH
ريلاي التحكم	CR	مفتاح الضخ النحتي اليدوي	S
سخان صندوق مرفق الضاغط	CCH	صمام السائل الكهربي	LSV
مفتاح تدفق الماء	WFS	صمام التحكم في السعة	CCV
ثرموستات منع التجمد	AFT	قاطع / مصهر	FDS / CB
عنصر وقاية	MP		



الشكل (٥ ــ ٢٥)

نظرية التشغيل : ــ

أثناء توقف مثلج الماء يكون مسار سخان صندوق مرفق الضاغط CCH مكتمل ومن ثم يعمل سخان صندوق المرفق على رفع درجة حرارة الضاغط استعداداً لتشغيله في أي وقت .

وعند دوران مضخة الماء المطلوب تثليجه تغلق ريشة كونتاكتور المضخة P1 وعند وجود سريان طبيعي للماء تكون درجة حرارته مساوية لدرجة حرارة الغرفة في بادئ الأمر لذلك فإن ريشة ثرموستات تجميد الماء تكون مقفلة AFT وعندما تكون درجة حرارة محرك الضاغط منخفضة تغلق ريشة عنصر الوقاية الداخلي MP فيكتمل مسار تيار ملف ريلاي التحكم CR1 ومن ثم يحدث إمساك ذاتي لمسار تيار CR1 بواسطة الريشة المفتوحة له وتباعا يكتمل مسار تيار الريلاي CR2 نتيجة لغلق الريشة المفتوحة CR1 الموصلة بالتوالي معه ويحدث إمساك ذاتي لمسار التيار له بواسطة ريشته المفتوحة CR1 .

وكذلك تغلق الريشة المفتوحة CR1 الموجودة في مسار المؤقت TDR وعند غلق مفتاح التحكم CS لبدء تشغيل مثلج الماء يكتمل مسار تيار المؤقت TDR نظرا لأن ريش قواطع الضغط العالي والمنخفض HL تكون مقفلة وكذلك تكون ريشة قاطع ضغط الزيت OFS مقفلة وبعد تأخير زمني ثلاث دقائق يكتمل مسار تيار الكونتاكتور C1 فيعمل محرك الضاغط CM وفي نفس الوقت يكتمل مسار تيار سخان قاطع ضغط الزيت OFH وتباعاً تغلق الريشة C1 المفتوحة فيكتمل مسار الكونتاكتورات C2,C3,C4,C5وتعمل المراوح الأربعة للمكثفات .

ــ وفي حالة انخفاض ضغط المكثف عن الضغط المعاير عليه قاطع الضغط HPC تفتح ريشته فينقطع مسار تيار C5 ومن ثم يتوقف محرك المروحة الرابعة .

ــ وفي حالة تجمد الماء تفتح ريشة الثرموستات AFT فينقطع مسار تيار CR1 وتباعاً ينقطع مسار تيار باقي عناصر دائرة التحكم وتتوقف الوحدة .

ــ وفي حالة زيادة الحمل علي محرك الضاغط تفتح ريشة عنصر الوقاية MP وينقطع مسار تيار ريلاي التحكم CR1 وتباعاً ينقطع مسار تيار باقي عناصر دائرة التحكم وتتوقف الوحدة .

ــ وفي حالة توقف تدفق الماء المثلج لوجود انسداد ما ، تفتح ريشة مفتاح تدفق الماء WFS وينقطع مسار تيار ريلاي التحكم CR1 وتتوقف الوحدة .

ـــ وفي حالة زيادة الحمل علي أحد محركات المراوح يفصل المتمم الحراري لها OL وينقطع مسار تيار الكونتاكتور الخاص لهذه المروحة وتتوقف المروحة .

والجدير بالذكر أن درجة حرارة الماء المثلج يجب ألا يقل عن $7^{o}C$ وعند الوصول إلي $10\ ^{o}C$ يحدث تحميل للضاغط بسعة تبريدية 66 % حيث يصل جهد إلي الصمام CCV الذي يعمـــل علي عدم تحميل أحد المكابس الثلاثة للضاغط وعند وصول درجة حرارة الماء المثلـــج إلي $7\ ^{o}C$ ينقطع مسار التيار الكهربي عن الصمام الكهربي LSV فيحدث تفريغ تحـــتي Pump down حيث يظل الضاغط يعمل إلي أن ينخفض ضغط خط سحب الضاغط نتيجة لنقل كل مركـــب التبريد من خط السحب إلي خزان السائل وذلك وصولاً للضغط المعاير عليـــه قـــاطع الضغـــط المنخفض فتفتح ريشة HL وينقطع مسار تيار المؤقت TDR وتباعـــاً ينقطـــع مســـار تيـــار الكونتاكتور C1 ويتوقف الضاغط وينقطع مسار تيار جميع الكونتاكتورات C2,C3,C4,C5 وتتوقف جميع مراوح المكثف وتتوقف الوحدة .

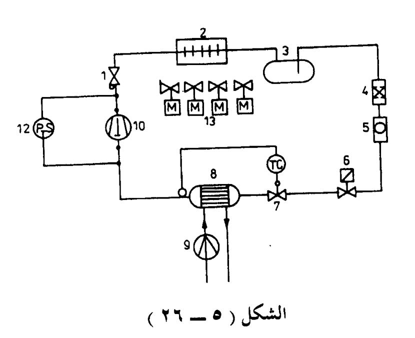
والجدير بالذكر أنه يمكن إيقاف الوحدة في أي لحظة بفتح المفتاح S فينقطع مســـار التيـــار الكهربي عن صمام السائل LSV ويحدث تفريغ تحتي وتتوقف الوحدة .

ونحيط القارئ علماً بأنه في حالة حدوث أي مشكلة تؤدي إلي توقف الوحدة فإن الوحدة لـــن تعود للعمل إلا بعد الضغط علي ضاغط التحرير RPB حتى ينقطع مسار تيار CR2 ومـــن ثم تعود ريشة الريلاي CR2 الموجودة في مسار CR1 مغلقة من جديد وفي هذه الحالة يمكن إعادة الوحدة للخدمة وذلك بغلق المفتاح CS وفائدة مفتاح التحرير RPB هو التأكد مـــن معالجـــة المشكلة التي أدت إلي توقف الوحدة قبل إعادتها للخدمة مرة أخري .

والشكل (٥ ـــ ٢٦) يعرض دورة التبريد لهذا المثلج

حيث أن : ـــ

1	صمام التمدد الحراري	7	صمام لا رجعي
2	المبخر	8	المكثف
3	مضخة الماء المثلج	9	خزان السائل
4	الضاغط	10	مرشح / مجفف
5	قاطع ضغط ثنائي	12	زجاجة بيان
6	محركات مراوح المكثف	13	صمام السائل



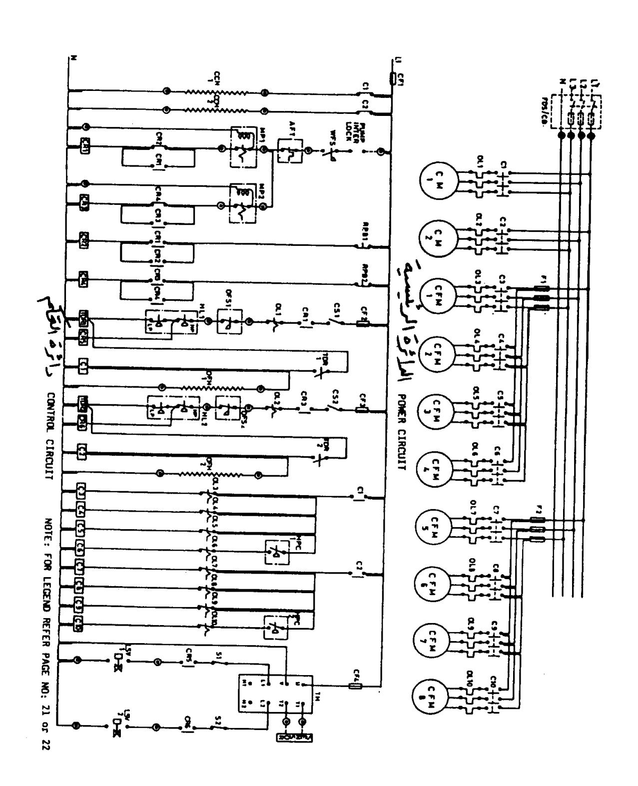
الشكل (٥ ــ ٢٦)

الدائرة الثانية : ــ

الشكل (٥ ــ ٢٧) يعرض دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لمثلج ماء مجمع تبريد هواء مــــن إنتاج شركة الشارقة والكويت لمنتجات التبريد والتكييف المحدودة سعته التبريدية 92 TR طـــــن تبريد .

حيث أن : ــ

مصهر مصدر القدرة	F	ضاغط التحرير	RPB
كونتاكتور	C	قاطع انهيار ضغط الزيت	OFS
متمم زيادة الحمل	OL	قاطع الضغط الثنائي	HL
محرك مروحة المكثف	CFM	مؤقت زمني	TDR
مصهر دائرة التحكم	CF	سخان قاطع ضغط الزيت	OFH
مفتاح التحكم	CS	قاطع ضغط المكثف	HPC
ريلاي التحكم	CR	ثرموستات متعدد المراحل	TH
سخان صندوق مرفق الضاغط	CCH	مفتاح الضخ التحتي اليدوي	S
مفتاح تدفق الماء	WFS	صمام السائل الكهربي	LSV
ثرموستات منع التجمد	AFT	قاطع / مصهر	FDS / CB
عنصر وقاية المحرك	MP		



الشكل (٥ ـــ ٢٧)

نظرية التشغيل : ـــ

لقد تم تقسيم دورة التبريد لهذا المثلج إلي دورتين تبريد متماثلتين تماماً مثل دورة التبريد الـــتي تناولها في الشكل (٥ ـــ ٢١) فالدورة الأولي تعمل بالضاغط CM1 ويتم تبريد مكثفها بواسطة المراوح CFM1,CFM2,CFM3,CFM4 . والدورة الثانية تعمل بالضاغط CM2 ويتم تبريد مكثفها بواسطة المراوح CFM5,CFM6,CFM7,CFM8 .

والجدير بالذكر أن هذا المثلج غير مزود بصمامات تحكم في سعة الضواغط لأن الضواغط تعمل بصفة مستديمة عند الحمل الكامل . وحتى يمكن استيعاب نظرية عمل هذا المثلج سنستعرض نظرية عمل أحد دورتي التبريد لهذا المثلج .

فأثناء توقف مثلج الماء يكون مسار سخانات صندوق مرفق الضواغط مكتملة ومن ثم يعمـــل كلاً من CCH1,CCH2 لرفع درجة حرارة الضواغط استعداداً لتشغيلها في أي وقت . وعنـــد دوران مضخة الماء المطلوب تثليجه تغلق ريشة الكونتاكتور CP1 وعند وجود ســـريان طبيعـــي للماء تغلق ريشة مفتاح تدفق سريان الماء CF5 ونظراً لأن درجة حرارة الماء المثلج تكون مساوية لدرجة حرارة الغرفة في بادئ الأمر لذلك فإن ريشة ثرموستات تجمد الماء AFT تكون مغلقـــة ومن ثم يكتمل مسار تيار ريليهات التحكم CR2,CR4 ويحدث إمساك ذاتي لمسارات التيار لهـم بواسطة ريشهم المفتوحة ونظراً لأن كلاً من CR1,CR2,CR3,CR4 تكون في وضع تشـــغيل لذلك تغلق ريشهم المفتوحة الخاصة بهم وعند غلق مفتاح التحكم CS1 الخاص لبدء تشغيل دورة التبريد الأولي لمثلج الماء يكتمل مسار تيار المؤقت الزمني TDR1 نظـــراً لأن قواطـــع الضغـــط المنخفض LP والعالي HP لهذه الوحدة تكون مغلقة .

ويعمل كذلك ريلاي التحكم CR5 فيكتمل مسار تيار صمام السائل للوحدة الأولي LSV1 ويفتح هذا الصمام ليسمح بمرور السائل في دورة التبريد وكذلك تغلق ريشة المؤقت الزمني الـــذي يؤخر عند الفصل TDR1 فيعمل الكونتاكتور C1 ويدور محرك الضـــاغط CM1 وكذلـــك يكتمل مسار تيار سخان قاطع انخفاض ضغط الزيت OFH1 وتباعاً تغلق الريشة C1 المفتوحـــة فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور C3,C4,C5,C6 فتدور المراوح الأربعة للوحدة الأولي .

ويمكن إيقاف الوحدة بفتح مفتاح التحكم CS1 فينقطع مسار تيار المؤقت الزمـــني TDR1 فينقطع مسار تيار CR5 ومن ثم ينقطع مسار تيار صمام السائل LSV1 وفي نفس الوقت يظـــل الضاغط في حالة دوران حتى يحدث سحب لكل سائل مركب التبريد من الدورة وتخزينه في خزان

السائل علماً بأن هذا المؤقت الزمني يتم ضبط زمنه بحيث يكون أكبر من الزمن اللازم لنقل كـــل سائل التبريد إلي خزان السائل فينخفض ضغط سحب الضاغط فيفصل قاطع الضغط المنخفـــض مسار تيار C1 ويتوقف الضاغط .

ويمكن إيقاف دورة التبريد الأولي بفتح المفتاح S1 فيظل الضاغط CM1 إلي أن يقوم قــاطع الضغط المنخفض LP بفصل الكونتاكتور C1 وإيقاف الضاغط .

وتجدر الإشارة إلي أنه عند انخفاض ضغط المكثف عن الضغط المعاير عليـــه قــاطع الضغـــط HPC1 يفتح ريشته فينقطع مسار تيار الكونتاكتور C6 وتتوقف المروحـــة CFM4 وبذلـــك يزداد ضغط المكثف .

وفيما يلي الأعطال التي يمكن أن تؤدي إلي توقف الوحدة : —

١ــ حدوث تجمد للماء المطلوب تثليجه فيفتح ثرموستات التجمد AFT ريشته وينقطع مســـار تيار CR1,CR3 وتتوقف الوحدة .

٢ــ في حالة زيادة الحمل علي محرك الضاغط CM1 تفتح ريشة متمم زيـــادة الحمـــل OL1 وتباعاً ينقطع مسار تيار جميع كونتاكتورات محركات المراوح C3,C4,C5,C6 وتتوقف جميــــع المراوح .

٣ــ في حالة ارتفاع درجة حرارة محرك الضاغط CM1 تفتح ريشـــة عنصـــر الوقايـــة MP1 وينقطع مسار تيار CR1 وتتوقف دورة التبريد الأولي عن العمل .

٤ــ في حالة توقف تدفق الماء المثلج لوجود انسداد ما ، تفتح ريشة مفتاح تدفـــق المـــاء WFS وينقطع مسار تيار ريلاي التحكم CR1,CR2 وتتوقف الوحدة بأكملها عن العمل .

٥ــ في حالة زيادة الحمل علي أحد محركات مراوح تبريد المكثف يفصل المتمم الحـــــراري لهـــا وينقطع مسار تيار الكونتاكتور لهذه المروحة وتتوقف المروحة عن العمل .

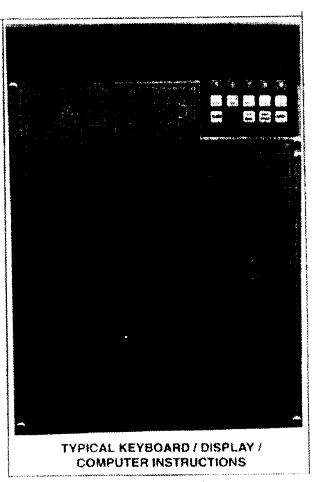
وتعمل هذه الوحدة بسعة تبريدية 100% عند عمل دورتى التبريد أو بسعة تبريديـــة 50% عن عمل دورة تبريد واحدة .

فعند وصول درجة حرارة ماء المثلج إلي 10% ينقطع التيـــار الكـــهربي عـــن النقطـــة L1 للثرموستات TH وتباعاً ينقطع مسار تيار صمام السائل LSV1 وتتوقف دورة التـــبريد الأولي عن العمل ويعمل المثلج بسعة تبريدية 50% .

وعند وصول درجة حرارة ماء المثلج إلى $7^{o}C$ ينقطع التيـــار الكـــهربي عـــن النقطـــة L2 للترموستات TH وتباعاً ينقطع مسار تيار صمام السائل LSV2 وتتوقف دورة التبريد الثانية عن العمل وبذلك يكون المثلج قد توقف كلياً عن العمل .

الدائرة الثالثة : ــ

الشكل (٥ ــ ٢٨) يعرض صورة للوحة المفاتيح لمثلج ماء تبريد هواء مجمع سعته التبريدية 240 TR طن تبريد من إنتاج شركة الزامل للمكيفات بالسعودية مزود بميكروكومبيوتر .



TYPICAL KEYBOARD / DISPLAY / COMPUTER INSTRUCTIONS

الشكل (٥ ــ ٢٨)

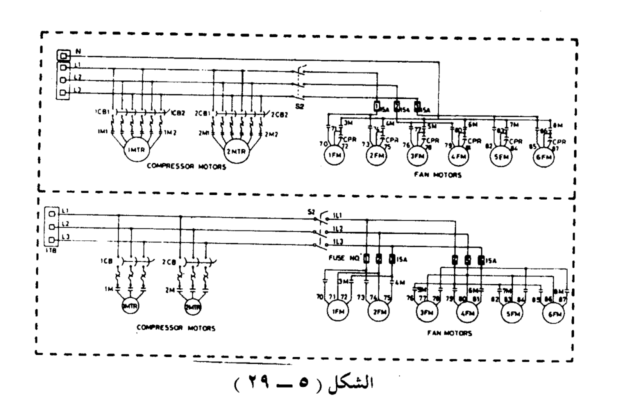
والشكل (٥ ــ ٢٩) يعرض الدائرة الرئيسية لهذا المثلج الذي بصدده .

حيث أن : ــ

قواطع حماية محرك الضاغط الأول 1 CB1 , 1 CB2

قواطع حماية محرك الضاغط الثاني 2 CB1 , 2 CB2

كونتاكتور محرك الضاغط الأول لتوصيله △ 1 M1 , 1 M2



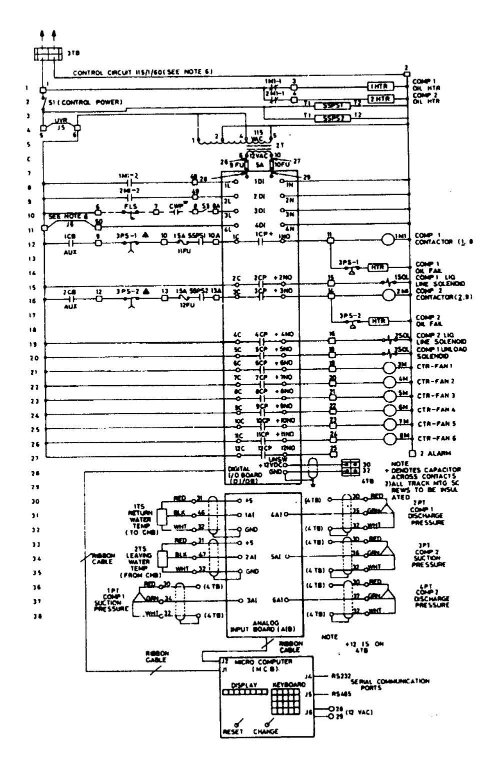
الشكل (٥ ــ ٢٩)

والشكل (٥ ــ ٣٠) يعرض دائرة التحكم لهذا المثلج

حيث أن :-

كونتاكتورات محرك الضاغط الثاني لتوصيله △	2 M1 , 2 M2
كونتاكتورات المراوح	3 M : 8 M
مكثفات دوران المراوح	CPR
محركات الضواغط	1 MTR , 2 MTR
محركات المراوح	1 FM : 6 FM
مفتاح تدفق الماء المثلج	FLS
سخان صندوق مرفق الضاغط الأول والثاني على الترتيب	1 HTR , 2 HTR
مفتاح التحكم	S 1
أجهزة حماية إلكترونية	SSP1 , SSP2
محولات خافضة	1 T , 2 T
مداخل تناظرية	AI
نقطة تحكم	CP
مضخة الماء المثلج	CWP
مداخل رقمية	DI

مصهر	FU
قاطع ضغط عالي	HP
قاطع ضغط منخفض	LP
قاطع ضغط	PS
مجس ضغط	PT



الشكل (٥ ــ ٣٠)

مدي درجات حرارة الماء المثلج بوحدة الفهرنهيت F^o	R
تحكم في السرعة	SCR
مجس درجة حرارة	TS
ريلاي انخفاض الجهد	UVR
تحرير يدوي	▲
ضاغط التشغيل والإيقاف	S3
لوحة المداخل / المخارج الرقمية	Digital I/ O Board
لوحة المداخل التناظرية	Analog Input Board
الميكروكومبيوتر	Micro Computer (MCB)
قاطع ضغط الزيت	3 PS
صمام سائل الضاغط الأول والثاني	1SOL , 2SOL
صمام عدم تحميل الضاغط الأول	3SOL
مجسات الضغط في خط السحب والطرد	1 PT : 4 PT

نظرية عمل الدائرة

مثلج الماء الذي بصدده مزود بضاغطين وست مراوح وتعمل الوحدة في أربعة مراحل مختلفة وهم كما يلي : —

المرحلة الأولي : — ويعمل فيها المثلج بسعة تبريدية 25% من السعة الكلية حيث يعمل الضاغط الأول بـ 50% من الحمل .

المرحلة الثانية : — ويعمل فيها المثلج بسعة تبريدية 50% من السعة الكلية حيث يعمل الضاغط الأول بالحمل الكامل فقط .

المرحلة الثالثة : — ويعمل فيها المثلج بسعة تبريدية 75% من السعة الكلية حيث يعمل الضاغط الأول بـ 50% من الحمل الكامل والضاغط الثاني بالحمل الكامل .

المرحلة الرابعة : ـــ ويعمل فيها المثلج بسعة تبريدية 100% من السعة الكلية حيث يعمل الضاغطين بالحمل الكامل .

ويمكن اختيار درجة حرارة المرحلة الأولي 7 °C والثانية 8 °C والثالثة 9 °C والرابعة 10 °C .

والجدير بالذكر أن دائرة التحكم تسمح بإحداث فرق زمني مقداره 10 S ثواني بين دوران الضاغطين للتقليل من تيار البدء ولتشغيل المثلج يغلق المفتاح S1 ثم المفتاح S3 ولإيقاف المثلج يفتح المفتاح S3 ثم المفتاح S1 .

ويلاحظ من دائرة التحكم المزودة بميكروبروسيسور أن الدائرة الرقمية للمداخل والمخارج (DI / OB) يتم تغذيتها بجهد 12 V من المحول 2 T ولها المداخل : 1L,2L,3L,1C,2C, 1N 4N فالمدخل 1L يوصل بريشة مفتوحة من كونتاكتور الضاغط الأول 2 – 1M1 والمدخل 2L يوصل بريشة مفتوحة من كونتاكتور الضاغط الثاني 2 – 2M1 والمدخل 3L يوصل بريشة مفتوحة من مضخة الماء المثلج CWP ومفتاح تدفق الماء المثلج FLS أما المدخل 1 C فيوصل بريشة مفتوحة من قاطع الضاغط الأول 1 CB وكذلك ريشة مغلقة من قاطع ضغط الزيت للضاغط الثاني 1 – PS 3 وعنصر حماية الضاغط الأول الإلكتروني SSPS1 أما المدخل 3 C فيوصل بريشة مفتوحة من قاطع الضاغط الثاني 2 CB وكذلك ريشة مغلقة من قاطع ضغط الزيت للضاغط الثاني 2 – PS 3 وعنصر حماية الضاغط الثاني الإلكتروني SSPS2 أما باقي المداخل فتوصل بجهد +12 V .

أما مخارج الدائرة الرقمية 1 NO : 12 NO فتوصل علي النحو التالي : ـــ

المدخل 1 NO يوصل بملف كونتاكتور الضاغط الأول 1M1 وكذلك مع سخان قاطع ضغط الزيت عبر ريشة من قاطع ضغط الزيت للضاغط الأول 3 PS-1 , HTR .

أما المخرج 2 ON فيوصل بملف صمام سائل الضاغط الأول 1 SOL والمخرج 3 NO يوصل بكونتاكتور الضاغط الثاني 2M1 وكذلك سخان قاطع ضغط الزيت عبر ريشة من قاطع ضغط الزيت للضاغط الثاني 3 PS – 2,HTR ،والمخرج 4 ON يوصل بصمام السائل للضاغط الثاني 2 SOL والمخرج 5 NO يوصل بصمام تخفيض حمل الضاغط الأول 3 SOL والمخارج 6 NO : 11 NO توصل مع كونتاكتورات المراوح 3 M : 8 M أما المخرج 12 NO فهو غير مستعمل .

أما الدائرة الإلكترونية للمداخل التناظرية (AIB) فهي توصل بمجس درجة حرارة الماء المثلج الراجع TS 1 وكذلك بمجس درجة حرارة الماء المثلج الخارج من المثلج TS 2 ومجس ضغط سحب الضاغط الأول PT 1 ومجس ضغط طرد الضاغط الأول PT 2 ومجس ضغط سحب الضاغط الثاني PT 3 ومجس ضغط طرد الضاغط الثاني PT 4 .

ويتم توصيل الدائرة الإلكترونية للميكروكومبيوتر والمزودة بشاشة رقمية وكذلك بمفاتيح تشغيل مع كلاً من الدائرة الإلكترونية للمداخل والمخارج الرقمية (DI / CB) وكذلك الدائرة الإلكترونية للمداخل والمخارج التناظرية AIB .

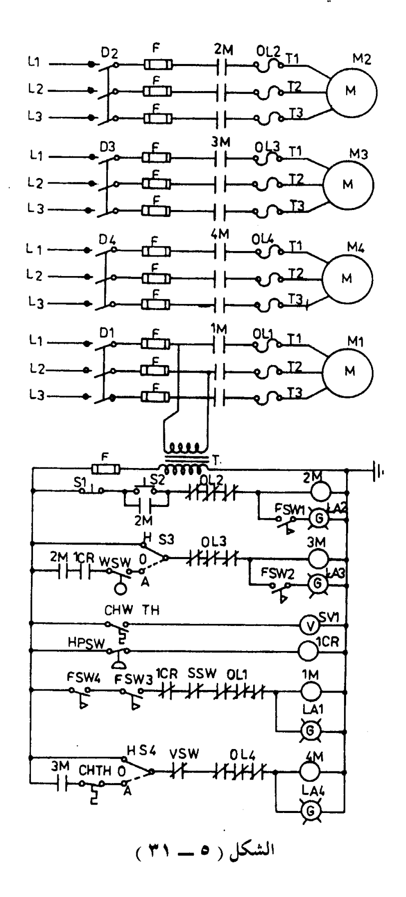
علماً بأن الدائرة الإلكترونية للميكروكومبيوتر MCB مزودة بمفتاح تحرير Reset ومفتاح تغيير Change كما أن الدائرة الإلكترونية يمكن توصيلها مع كومبيوتر عن طريق خط مسلوات توالي Serial Port ، ويتميز الميكروكومبيوتر بإمكانية عرض نوع المشكلة التي تحدث بالمثلج وكذلك المشكلة السابقة وكذلك استعراض درجات الحرارة والضغوط المختلفة بالمثلج .

والجدول (٥ ـــ ١) يعرض قيم المعايرات المختلفة لهذه الدائرة .

الجدول (٥ ـــ ١)

الكمية	منخفض	عالي
عمل مضخة الماء المثلج	2.8 bar	4.9 bar
أدنى وأقصى ضغط للضاغط	3.87 bar	28.1 bar
المرحلة الأولى	0.4 R	0.55 R
المرحلة الثانية	0.55 R	0.7 R
المرحلة الثالثة	0.7 R	0.8 R
المرحلة الرابعة	0.85 R	1.0 R
درجة التجمد	3.3 °C	
المراوح 1 , 2	9.8 bar	13.36 bar
المراوح 4 , 3	11.25 bar	14.7 bar
المراوح 6 , 5	11.9 bar	15.4 bar

وتجدر الإشارة إلى أن أقصى زمن متاح لانخفاض ضغط الزيت للضاغط بدون فصل الوحدة هو 120 S ثانية وهو الزمن المعاير عليه قواطع ضغط الزيت 3 PS 1 , 2 ويمكن إعـــادة التشـــغيل للمثلج بعد تأخير زمني خمس دقائق .



الشكل (٥ ــ ٣١)

٥ ــ ٤ ــ ٢ دوائر التحكم في المثلجات المبردة بالماء

والشكل (٥ ــ ٣١) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لمثلج ماء يبرد بالماء .

حيث أن : ــ

ثرموستات الماء المثلج	CHTH	محرك مروحة برج التبريد	M4
ثرموستات الماء البارد	CTH	ريلاي إضافي	CR1
مصهرات حماية	F	ضاغط إيقاف مضخة الماء المثلج	S1
سكينة محرك الضاغط	D1	ضاغط تشغيل مضخة الماء المثلج	S2
سكينة محرك مضخة الماء المثلج	D2	مفتاح مضخة ماء التبريد بثلاثة أوضاع وهم (A - O - H)	S3
سكينة محرك مضخة الماء البارد	D3	مفتاح مروحة برج التبريد بثلاثة أوضاع وهم (A - O - H)	S4
سكينة مروحة برج التبريد	D4	مفتاح تدفق الماء المثلج	FSW3
كونتاكتور الضاغط	1M	مفتاح تدفق الماء البارد	FSW4
كونتاكتور مضخة الماء المثلج	2M	مفتاح عوامة للمستوي الأدنى للماء بالمكثف	WSW
كونتاكتور مضخة الماء البارد	3M	مفتاح ضغط الزيت	OSW
كونتاكتور مروحة برج التبريد	4M	قاطع الضغط المزدوج	PSW
محرك الضاغط	M1	مفتاح الاهتزاز	VSW
محرك مضخة الماء المثلج	M2	محول	T
محرك مضخة الماء البارد	M3	صمام السائل	SV1

نظرية التشغيل : ــ

عمل مضخة الماء المثلج : ــ

عند الضغط علي الضاغط S2 يكتمل مسار تيار الكونتاكتور 2M فيغلق أقطابه الرئيســـية وتعمل مضخة الماء المثلج M2 وتضئ لمبة البيان LA2 .

عمل مضخة الماء البارد : ـــ

عند وضع المفتاح S3 علي وضع الأوتوماتيك A وعند عمل مضخة الماء المثلج تغلق الريشة 2M في مسار 3M وعندما تكون دورة التبريد مشحونة بالشحنة الكاملة من مركب التبريد تغلق الريشة PSW وتباعاً يعمل الريلاي 1CR علي غلق ريشته المفتوحة في مسار 3M وعندما يكون مستوي الماء البارد في المكثف أعلي من مستوي مفتاح عوامة الماء البارد WSW فيغلق ريشته المفتوحة في مسار 3M فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور 3M فيغلق أقطابه الرئيسية وتعمل مضخة الماء البارد M3 وتضئ لمبة البيان LA3 .

وتظل مضخة الماء البارد تعمل طالما أن مضخة الماء المثلج تعمل وضغط مركب التبريد في دورة التبريد في الحدود الطبيعية ومستوي الماء في المكثف أعلي من المستوي الأدنى لمفتاح العوامة .

وعند وضع المفتاح S3 علي الوضع اليدوي H يكتمل مسار تيار 3M وتعمل مضخة الماء البارد M3 ولمبة البيان LA3 بدون أي شروط ولكن عند حدوث زيادة في الحمل علي محرك مضخة الماء البارد تفتح ريشة متمم زيادة الحمل OL3 وينقطع مسار تيار الكونتاكتور 3M ويتوقف المحرك M3 سواء كان يعمل علي وضع الأوتوماتيك A أو وضع اليدوي H .

عمل الضاغط : ـــ

عندما يكون هناك تدفق للماء المثلج تغلق ريشة مفتاح التدفق FSW3 وعندما يكون هناك تدفق للماء البارد تغلق ريشة مفتاح التدفق FSW4 وعندما تكون الضغوط في دورة التبريد طبيعية تغلق ريشة الريلاي 1CR فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور 1M ويعمل محرك الضاغط M1 وتضئ لمبة البيان LA1 وفي حالة عدم ارتفاع ضغط الزيت في الضاغط في مدة تتجاوز 120 ثانية تفتح ريشة قاطع ضغط الزيت OSW وينقطع مسار تيار الكونتاكتور 1M ويتوقف محرك الضاغط M1 أما في الوضع الطبيعي عند وصول درجة حرارة الماء المثلج لدرجة الحرارة المعاير عليها ثرموستات الماء المثلج CHTH يكتمل مسار تيار الصمام SV1 فيغلق خط السائل ويظل الضاغط يعمل لنقل كل مركب التبريد من خط السحب إلي المكثف فينخفض الضغط في خط سحب الضاغط وعند وصول ضغط السحب للضغط المعاير عليه قاطع الضغط المزدوج PSW يفتح ريشته فينقطع مسار تيار الريلاي 1CR ومن ثم ينقطع مسار كلاً من 3M , 1M وتتوقف مضخة الماء المثلج والضاغط وتتكرر دورة تشغيل مضخة الماء المثلج والضاغط عند ارتفاع درجة حرارة الماء المثلج لدرجة حرارة وصل ثرموستات الماء المثلج CHTH .

عمل مروحة برج التبريد : ـــ

عند وضع المفتاح S4 على الوضع الأوتوماتيك A وعندما تكون مضخة ماء التبريد في حالـة تشغيل يكتمل مسار تيار 4M وتباعاً تعمل مروحة برج التبريد M4 وتضئ لمبة البيـــان LA4 وتتوقف مروحة برج التبريد إذا توقفت مضخة الماء البارد M3 لأي سبب أو وصلـــت درجـــة حرارة الماء البارد للدرجة المعاير عليها ثرموستات الماء البارد CTH أو عند حدوث اهتزاز غـــير طبيعي لبرج التبريد أدي إلي فتح ريشة مفتاح اهتزاز برج التبريد VSW أو عند حدوث زيادة في الحمل لمروحة برج التبريد لسبب ما .

ويمكن تشغيل مروحة برج التبريد علي وضع اليدوي H وذلك بوضع المفتـــاح S4 علـــي الوضع اليدوي H وتظل مروحة برج التبريد تعمل بدون شروط .

ويتوقف محرك مروحة برج التبريد سواء كانت تعمل علي الوضع الأوتومـــاتيك أو الوضـــع اليدوي إذا حدث زيادة في الحمل علي محرك المروحة نتيجة لفتح متمم زيادة الحمل OL4 .

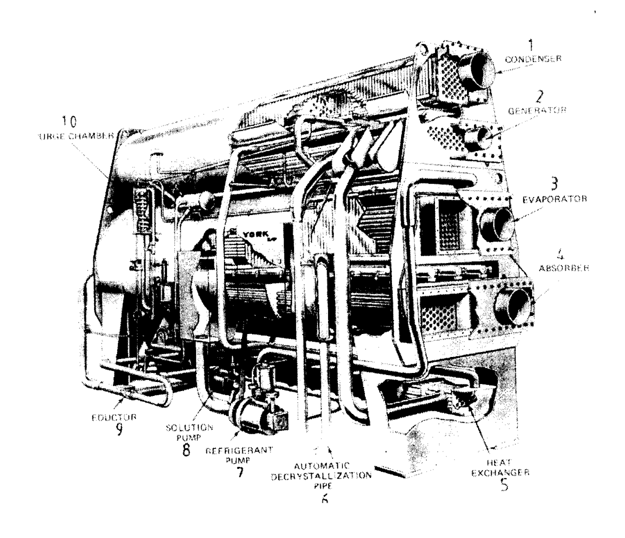
٥ ـــ ٥ مثلجات الماء التي تعمل بالامتصاص Absorption water chiller

يعتبر التبريد بالامتصاص طريقة أخري لنقل الحرارة من حيز لآخر والشـــكل (٥ ـــ ٣٢) يعرض نموذج لمثلج ماء يعمل بالامتصاص من إنتاج شركة York .

حيث أن : ـــ

1	ماسورة لمنع البلورة	6	المكثف
2	مضخة مانع التبريد	7	الغلاية
3	مضخة سحب	8	المبخر
4	جهاز إعداد محلول بتركيز متوسط	9	الماص
5	غرفة تطهير	10	مبادل حراري

حيث تستخدم الحرارة كمصدر للطاقة ويمكن استخدام بخار الماء الساخن كمصدر للحـــرارة والذي يمكن الحصول عليه من غلاية بخارية والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام الطاقة الشمســـية كمصدر للحرارة المستخدمة ويمكن استخدام غازات العادم من التوربينـــات الغازيـــة كمصـــدر للحرارة وكذلك يمكن استخدام الماء الساخن أو البخار ذات الضغط المنخفــــض المســـتخدم في العمليات الصناعية كمصدر للحرارة المستخدمة .



الشكل (٥ ـــ ٣٢)

علماً بأن استخدام الحرارة المفقودة في المنشآت المختلفة في تشـــغيل مثلجـــات المـــاء العاملـــة بالامتصاص يقلل من تكلفة التشغيل لحد كبير لذلك ينصح باستخدام مثلجـــات المـــاء العاملـــة بالامتصاص في المنشآت التي يمكن استغلال الحرارة المفقودة بها والناتجة من عملية ما . كمـــا أن مستوى الضوضاء والضجيج الناتج من مثلجات الماء العاملة بالامتصاص يكون منخفض جداً الأمر الذي يجعل من الممكن وضع مثلجات الماء العاملة بالامتصاص في أي مكان بالمنشـــأة وتتواجـــد مثلجات الماء التجارية بسعات تبريدية تتراوح ما بين (25:1000TR) طن تـــبريد في حـــين تتواجد مثلجات الماء المترلية بسعات تتراوح ما بين (3:10TR) طن تبريد .

نظرية التشغيل :

تعتمد نظرية تشغيل لأنظمة التبريد بالامتصاص على عاملين وهما :

مركب التبريد (الماء) حيث يتبخر عند درجة حرارة منخفضة عن درجـــة الحـــرارة المطلـــوب الوصول إليها للسائل المطلوب تبريده والماص (بروميد الليثيوم) والذي له قدرة عالية لامتصـــاص

بخار الماء . ويوضع الماء داخل وعاء مفتوح حيث يتبخر عند 100 °C عند الضغط الجوي عنـــد تعرضه للحرارة ومع وضع غطاء محكم للوعاء يمكن زيادة ضغط البخر ومن ثم زيادة درجة حرارة التبخر وفي المقابل إذا تم إحداث خلخلة داخل هذا الوعاء الذي يحتوي على الماء فإن التبخر سوف يحدث عند درجة حرارة منخفضة عن 100% .

وبخصوص الماص فهناك أملاح مختلفة يمكن استخدامها مثل كلوريد الصوديوم فمن المعروف أنه عند وضع إصبع طباشير في جو رطب فإنه سوف يتميع لامتصاصه بخار الماء الموجـــود في الهـــواء ويعتبر كلوريد الكالسيوم ملح آخر حيث يستخدم هذا الملح على جوانب الطرق لمحافظـــة علـــى سطح الطرق مرطبة .

وكذلك فإن بروميد الليثيوم هو ملح على شكل بلورات عندما يكون جافا ولقـــد أجريـــت التجارب على هذه الأملاح فتم اختيار ملح بروميد الليثيوم وفي هذه الفقرة سيكثر استخدام نسبة التركيز لمحلول بروميد الليثيوم .

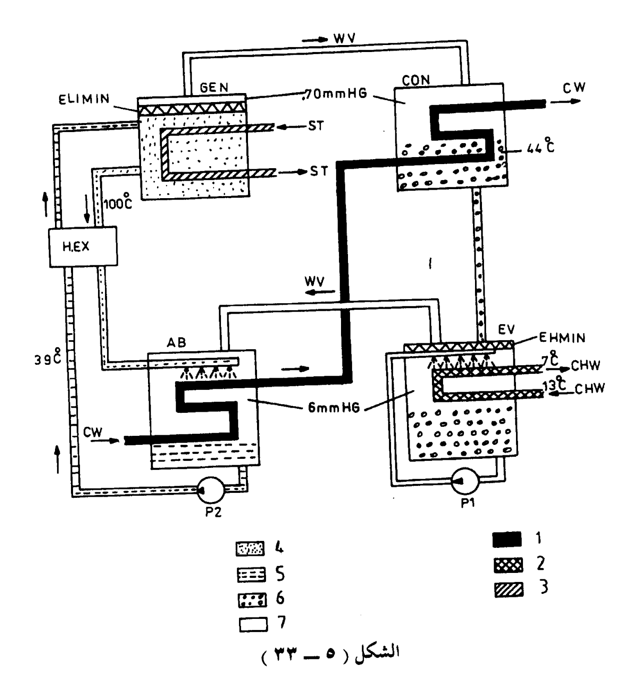
مثال : إذا كان وزن محلول بروميد الليثيوم 100Kg ونسبة تركيزه 65% هذا يعـــني أن وزن بروميد الليثيوم 65Kg ووزن الماء 35kg .

٥ ــ٥ ــ١ دورة التبريد البسيطة العاملة بالامتصاص

الشكل (٥ ــ ٣٣) يعرض مخطط توضيحي مبسط لتوضيح فكرة عمل المثلجات العاملـــة بالامتصاص .

حيث أن : ــ

المكثف	CON	مبادل حراري	HEX
المولد (الغلاية)	GEN	مانعات(محددات)	ELIMINATAR
الماص	AB	مضخات	P1,P2
المبخر	EV	ماء التبريد	CW
بخار ماء التبريد	WV	الماء المثلج	CHW
بخار ماء	ST		



الشكل (٥ ــ ٣٣)

نظرية التشغيل : ــ

إن الغرض من المبخر هو تثليج الماء المستخدم في وحدات المناولة الطرفية المنتشـــــرة في المبـــنى وذلك من أجل التبريد حيث يدخل الماء المثلج إلى المبخر EV عند 13.3 °C ويبرد لتصبح درجـــة حرارته 6.7 °C ونظراً لأن ضغط المبخر يساوي 6 mm Hg ملي زئبق لذلك يحـــــدث تبخـــر لمركب التبريد (الماء) الموجود في المبخر عند درجة حرارة 4 °C وبالتالي يؤدي ذلك إلي تـــبريد الماء المثلج CHW وصولاً لدرجة حرارة 6.7 °C ويمكن تسهيل عملية تبخير الماء وذلك بـــرش

الماء علي هيئة قطرات وذلك باستخدام مضخة P1 ورشاش داخل المبخر فتلامس قطرات المـــاء المتساقطة من أعلي المبخر مواسير الماء المثلج الدافئة نسبياً فيبرد الماء المثلج . ويتوجه بخار مركــب التبريد WV من المبخر EV إلي الماص AB علماً بأن المبخر يكون مزود بمانعات لمنع تدفـــق سائل مركب التبريد (الماء) مع البخار نتيجة لغليانه إلي الماص ويقوم محلول بروميد الليثيوم المركز والقادم من المولد والمار في المبادل الحراري والساقط علي هيئة قطرات من الرشاش الموجود بـأعلى الماص AB بامتصاص بخار الماء الداخل للماص يتجمع في أسفل الماص محلول بروميـــد الليثيـــوم المخفف . ويتم ضخ محلول بروميد الليثيوم المخفف بواسطة P2 ليمر في المبادل الحراري ويتوجـه محلول بروميد الليثيوم المخفف إلي المولد GEN وترتفع درجة حرارة محلول بروميــــد الليثيـــوم المخفف وصولاً إلي 101 °C عند ضغط 70 mm Hg فيتبخر جزء من محلول بروميد الليثيـــوم ويتوجه بخار الماء إلي المكثف في حين يتجمع محلول بروميد الليثيوم المركز في أسفل المولـد GEN وذلك لزيادة تركيز بروميد الليثيوم نتيجة لتبخر الماء علماً بأن مانع تدفق محلول بروميد الليثيـــوم الموجود أعلي المولد يمنع اندفاع محلول بروميد الليثيوم مع بخار الماء إلي المكثـــف . وفي المكثــف يتكاثف بخار الماء عند 44.5 °C لأن الضغط داخل المكثف يكون مساوياً 70 mm Hg ملـي متر زئبق وذلك بفعل ماء التبريد المار داخل المكثف ويتوجه الماء المتكاثف بفعل الجاذبية الأرضيــة وفرق الضغط إلي المبخر.

٥ ــ ٥ ــ ٢ دورة التبريد العملية لمثلج الماء العامل بالامتصاص

الشكل (٥ ــ ٣٤) يعرض دورة التبريد العملية لمثلج ماء يعمل بالامتصاص من إنتاج شركة York . ولا تختلف نظرية عمل هذه الدورة عن التي سبق وأن تناولناها في عــــدا أن المكثــف Condenser والمولد Generator تم جمعهما في وعاء واحد علوي ضغطه 70 mm Hg ملي متر زئبق في حين تم جمع المبخر Evaporator والماص Absorber في وعاء سفلي ضغطــه 6 mm Hg ملي متر زئبق وتستخدم مضختين الأولي لضخ الماء Refrigerant Pump ومضخـة لضخ محلول بروميد الليثيوم المخفف Dilute Solution ويوجد بعض العناصر الإضافيــة غــير الموجودة في دورة التبريد البسيطة العاملة بالامتصاص سنتناولها في هذه الفقرة .

حيث أن :-

1	محلول مخفف	5	ماء التبريد
2	ماء (مركب التبريد)	6	الماء المثلج

البخار	3	بخار الماء	7
محلول مركز	4		

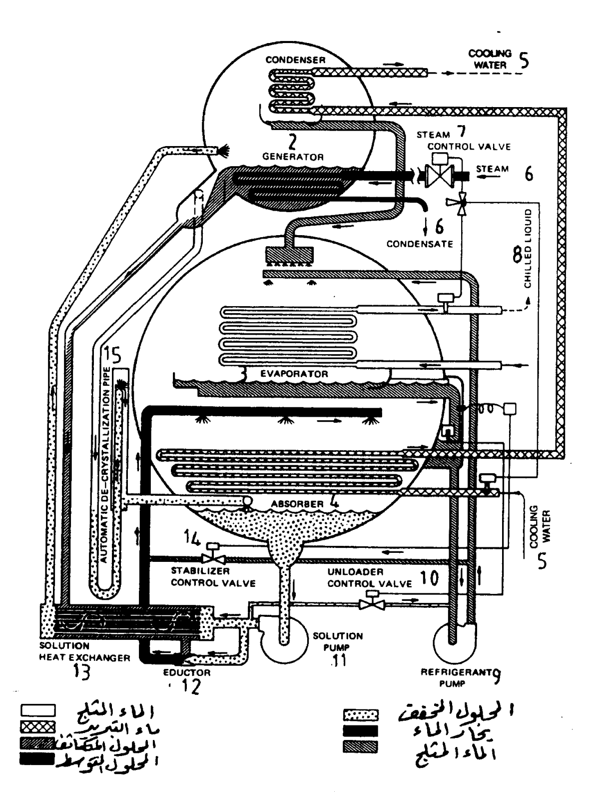
ويلاحظ أن الضغط داخل كلاً من المكثف CON والمولد GEN يساوي 70 mm Hg ملي متر زئبق في حين أن الضغط داخل المبخر EV والماص AB حوالي 6 mm Hg علماً بأن (1 bar = 740 mm Hg) ويتم تسخين المولد GEN بواسطة بخار الماء ST درجة حرارته عند الدخول تساوي 170 °C في حين يتم تبريد كلاً من الماص AB والمكثف CON بواسطة ماء بارد CW قادم من برج تبريد ماء أما المبخر EV فيخرج منه الماء المثلج CHW بدرجة حرارة 6.6 °C ويعود إليه الماء المثلج القادم من الوحدات المناولة الطرفية AHU بدرجة حرارة 12.2 °C .

ويحتوي كلا من المكثف CON والمبخر EV علي مركب التبريد (الماء) في حين يحتوي المولد GEN علي محلول الليثيوم المخفف (ماء + بروميد الليثيوم) ويحتوي الماص AB علي محلول تبريد مركز (ماء + بروميد الليثيوم) .

ويستخدم المبادل الحراري HEX لتحسين كفاءة الدورة حيث يساعد علي تقليل كمية بخار الماء اللازمة في تسخين المولد GEN .

حيث أن : ــ

المكثف	1	مضخة مركب التبريد	9
المولد	2	صمام منع التحميل	10
المبخر	3	مضخة محلول الآمونيا	11
الماص	4	جهاز إعداد محلول بتركيز متوسط	12
ماء التبريد	5	مبادل حراري للمحول	13
بخار الماء	6	صمام معادلة الضغط	14
صمام التحكم في البخار	7	جهاز إزالة البلورات ذاتيا	15
الماء المثلج	8		



CONDENSER
COOLING WATER 5
2 GENERATOR
STEAM 7 CONTROL VALVE
STEAM 6
6 CONDENSATE
8 CHILLED LIQUID
15
AUTOMATIC DE-CRYSTALLIZATION PIPE
EVAPORATOR
ABSORBER 4
COOLING WATER 5
14 STABILIZER CONTROL VALVE
UNLOADER CONTROL VALVE 10
SOLUTION PUMP 11
REFRIGERANT PUMP 9
SOLUTION HEAT EXCHANGER 13
EDUCTOR 12
الماء المثلج
ماء التبريد
المحلول المتكاثف
المحلول المتوسط
المحلول المخفف
بخار الماء
الماء المثلج

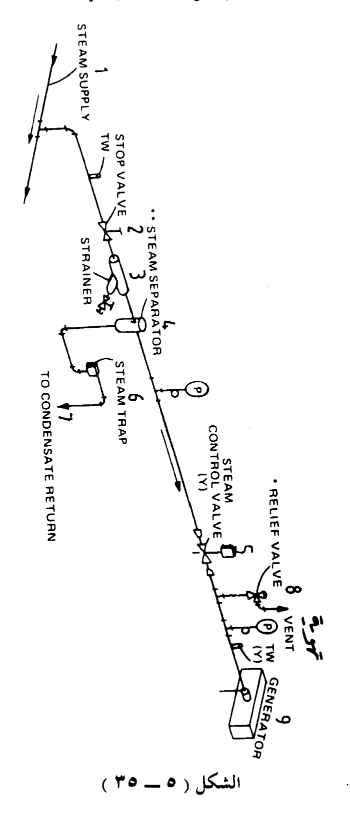
الشكل (٥ ــ ٣٤)

وظائف العناصر المختلفة بالدورة :-

١ــ جهاز إعداد محلول بتركيز متوسط Eductor ويعمل علي خلط المحلول المخفف الخارج من مضخة المحلول المخفف مع المحلول المركز الخارج من المبادل الحراري ليكون محلول متوسط التركيز يدفع إلي الرشاشات الموجودة أعلي الماص .

٢ــ جهاز إزالة البلورات ذاتيا Automatic Decrystallization pipe وهذا الجهاز يمنــــع تكون بلورات بروميد الليثيوم في المواسير وعادة يحدث ترسب لبلورات الليثيوم عند توقف المثلــج لأي سبب من الأسباب فتنخفض درجة حرارة مركب التبريد (الماء) ومحاليل بروميد الليثيـــــوم وصولا لدرجة حرارة الغرفة الأمر الذي يؤدي إلي تبلور بروميد الليثيوم الموجـــود في المولـــد وفي المبادل الحراري وفي مواسير التوصيل وعند إعادة تشغيل المثلج فإنه ترتفع درجة حــــرارة محلـــول بروميد الليثيوم المركز الموجود في المولد بفعل تدفق البخار في مواسير تسخين المولد الأمر الــــذي يؤدي لإذابة بلورات بروميد الليثيوم في المولد في حين تظل بلورات بروميد الليثيوم علي حالتها في كلا من المبادل الحراري ومواسير التوصيل ويتدفق محلول بروميد الليثيوم المركز إلي المبادل الحراري حتى يمتلئ المبادل الحراري نتيجة للانسداد الموجود الأمر الذي يؤدي إلي توجه محلــــول بروميــــد الليثيوم المركز إلي جهاز إذابة البلورات ومنه يتوجه إلي الماص فترتفع درجة حرارة محلول بروميــــد الليثيوم الموجود في الماص من 39 °C إلي 117 °C وتعمل مضخة محلول بروميد الليثيوم علــــي ضخ محلول بروميد الليثيوم عند درجة 101 °C من الماص إلي المبادل الحراري فتذوب بلـــــورات بروميد الليثيوم في كلا من المبادل الحراري ومواسير التوصيل وهذه الحالة تعود دورة الامتصــاص لحالتها الطبيعية حيث يتوقف تدفق محلول بروميد الليثيوم المركز عبر ماسورة جهاز إزالة البلورات. والجدير بالذكر أن جهاز إذابة البلورات الذاتي مصمم لمنع تعادل الضغوط بين الوعــــاء العلـــوي والوعاء السفلي وللمحافظة علي هذا الجهاز في حالة استعداد في كل وقت يحدث بخر لكمية قليلــة من محلول بروميد الليثيوم المخفف فيه .

٣ــ صمام التحكم في البخار Steam Control Valve ويعمل هذا الصمام علي التحكــم في كمية البخار المتدفـــق إلي المولــد Generator تبعا لدرجة حـــرارة الماء المثلج الخارج من المبخر علمـــا بأنه يستخدم مجس درجة حرارة الماء المثلج الخارج من المبخر للتحكــم في هذا الصمام .



الشكل (٥ ــ ٣٥)

٤ــ صمـــام معادلـــة الضغـــــط Stabilizer Control Valve يعمل صمام معادلة الضغط علي منع حدوث وصل وفصل سريع لمثلـــج الماء نتيجة للانخفـــاض الســـريع في الحمل أو الانخفاض السريع في تدفق ماء تبريد المكثف ويمنع أيضا انخفاض درجة حرارة مركب التبريد (الماء) أقل من المسموح به ويتم التحكــم في صمام معادلة الضغط بواســـطة دائرة إلكترونية أو يدويا بواســـطة مفتاح يدوي في لوحـــة التحكــم مكتـــوب عليـــه Refrigerant Valve علما بأنه توجد لمبة بيـــان صغيرة تضيء عند عمل هذا الصمام

٥ــ صمـــام منـــــع التحميـــــل Unloader Control Valve يعمل صمام منع التحميـــــل عنـــد انخفاض مستوي مركب التـــبريد (الماء) حيث يسمح بإمرار جزء من محلول بروميد الليثيوم المخفف إلي المبخر فيزداد مستوي المـــاء

فيه ويستخدم مجس لمستوي مركب التبريد (الماء) في المبخر وتضئ لمبة بيان مستوي مركب التبريد Refrig. Level عند عمل صمام منع التحميل.

٦ـ نظام التطهير Purge system وهذا النظام غير مبين في دورة التبريد حيث يستخدم ضاغط في الوعاء السفلي يعمل علي سحب الغازات الغير متكاثفة (الهواء الجوي) وتجميعها في غرفة تطهير مزودة بماص لهذه الغازات ويعمل هذا النظام يدويا بواسطة مفتاح معد لذلك .

٧ـ زجاجات بيان Sight glasses وتوضع زجاجة بيان أعلي الجانب الأيسر للماص لمعرفة مستوي محلول بروميد الليثيوم المخفف فيه وتوضع زجاجتي بيان في وعاء المبخر لمعرفة مستوي مركب التبريد (الماء) وأيضا لتسهيل عملية ضبط مستوي مركب التبريد (الماء) في بادئ الأمر .

٥ ـ ٥ ـ ٣ دورة البخار لمثلجات الماء العاملة بالامتصاص

والشكل (٥ ـ ٣٥) يعرض دورة البخار لوحدة تثليج ماء تعمل بالامتصاص إذا كان ضغط البخار 1.05 bar ودرجة الحرارة 170 °C تبعا لتوصيات شركة York .

حيث أن : ـ

خط البخار	1	إلى مكان صرف الماء المتكاثف	7
صمام يدوي	2	صمام تصريف الضغط الزائد	8
مصفاة	3	المولد	9
فاصل بخار	4	عداد ضغط	P
صمام بخار	5	فتحة اختبار درجة الحرارة	TW
مصيدة الماء المتكاثف	6		

علما بأن المسافة بين صمام البخار الكهربي والمولد يجب أن تتراوح ما بين (1.2 : 3 m) .
كما أن صمام تصريف الضغط لا حاجة له إذا كان صمام تصريف ضغط الغلاية معاير عند ضغط البخار 1.05 bar .

٥ ـ ٦ بدء تشغيل مثلج الماء الترددي لأول مرة

يجب عدم محاولة بدء تشغيل مثلج الماء الترددي لأول مرة قبل الانتهاء من الخطوات التالية:

١ـ افحص جميع العناصر المرفقة مثل مضخة الماء المثلج ووحدة مناولة الماء ويجب أن يكون هناك ربط كهربي بين بادئ حركة مضخة الماء ودائرة التحكم للمثلج .

٢ــ افتح صمامات السحب والطرد للضاغط كليا ثم أغلقها لفة واحدة حتى يصل ضغط لعدادات قياس الضغط .

٣ــ افتح صمام الماء المثلج .

٤ــ أملئ دورة المثلج بالماء النظيف وحاول استنزاف كل الهواء من أعلي نقطة بدورة الماء المثلج .

٥ــ اضبط ثرموستات الماء المثلج علي درجة حرارة $5\ ^{o}C$.

٦ــ تأكد من جودة الوصلات الكهربية من لوحة التحكم .

٧ــ يجب أن يكون مستوي الزيت مرئي من زجاجة بيان الضاغط .

٨ــ يجب التأكد من عدم وجود تسربات في مركب التبريد .

٩ــ يجب أن يكون جهد وتردد المصدر الكهربي متفق مع جهد وتردد مثلج الماء .

١٠ــ يجب أن تكون سخانات علبة المرفق مثبتة جيدا بالضواغط .

١١ــ افحص تعليق الضواغط فيجب أن يكون قضبان التثبيت تتحرك بحرية فوق اليايات .

١٢ــ يتم توصيل سخان صندوق المرفق مع المصدر الكهربي 24 ساعة قبل بدء التشغيل.

٥ ــ ٧ الصيانة الوقائية لمثلجات الماء

مرة في اليوم : ــ

١ــ قياس ضغط مركب التبريد بالمكثف .

٢ــ قياس درجة حرارة الماء الداخل والخارج للمكثف .

٣ــ قياس ضغط تشغيل المبخر وضغط الزيت .

٤ــ قياس درجة حرارة الماء المثلج الداخل والخارج من مثلج الماء .

مرة في الشهر : ــ

١ــ تحليل عينه من ماء تبريد المكثف كيميائيا للتأكد من خلوه من الأملاح .

٢ــ فحص وجود تسربات لماء تبريد المكثف .

٣ــ فحص وجود تسربات في مركب التبريد .

٤ــ مراجعة مستوي الزيت في صندوق مرفق الضاغط .

٥ــ فحص وحدة التطهير (Purge unit) ومرفقاتها والتأكد من أنها تعمل بصورة مرضية (في حالة الضواغط الطاردة المركزية) .

٦ــ فحص عناصر الحماية والتأكد من أنها تعمل بصورة صحيحة مثل قواطع الضغط ومفاتيح التدفق والثرموستات ... الخ .

مرة في السنة : ــ

١ــ تفريغ المكثف من الماء والتأكد من عدم وجود صدأ بالمواسير علماً بأن الصدأ يظهر ذراته في الماء .

٢ــ استبدل المواسير التالفة من المكثف عند ثبوت وجود صدأ .

٣ــ غير زيت الضاغط .

٤ ــ افحص أغلفة وملحقات مثلج الماء ثم ادهن الأماكن التالفة التي بها صدأ بدهان 344 .

٥ــ نظف عناصر لوحات التحكم من الأتربة ونظف نقاط تلامس الكونتاكتور بمادة الفرون وشد أي توصيلات مرتخية .

٥ ــ ٨ أعطال مثلجات الماء المجمعة ذات الضواغط الترددية

الجدول (٥ ــ ٢) يعرض أهم أعطال مثلجات الماء المجمعة ذات الضواغط الترددية تبريد هواء

الجدول (٥ ــ ٢)

العطل	الأسباب المحتملة	العلاج
الضاغط لا يدور	١ــ انقطاع التيار الكهربي .	١ــ أعد تشغيل قاطع الدائرة الرئيسي .
	٢ــ مفتاح التشغيل مفتوح.	٢ــ أغلق مفتاح التشغيل.
	٣ــ فصل أحد أجهزة الحماية.	٣ــ حرر جهاز الحماية الفاصل وأعد التشغيل.
	٤ــ الكونتاكتور لا يغلق بالرغم من وصول الجهد الكهربي لملفه.	٤ــ استبدل الكونتاكتور.
	٥ــ وصلات مفكوكة عند نقاط التوصيل.	٥ــ أعد رباط الوصلات المفكوكة.
	٦ــ توصيلات غير صحيحة في دائرة التحكم.	٦ــ طابق بين الوصلات الكهربية مع مخطط الدائرة الكهربية واعمل اللازم.

تابع الجدول (٥-٢)

العطل	الأسباب المحتملة	العلاج
	٧ـ مفتاح تدفق الماء المثلج مفتوح.	٧ـ افحص مضخة الماء المثلج ثم افحص مفتاح التدفق.
	٨ـ انخفاض الجهد الكهربي.	٨ـ قس الجهد الكهربي عند أطراف مثلج الماء وحدد سبب انخفاض الجهد وأزله .
	٩ـ تلف محرك الضاغط أو الضاغط.	٩ـ افحص ملفات محرك الضاغط وافحص الضاغط واعمل اللازم.
الضاغط يتوقف لانخفاض الضغط في خط السحب	١ـ صمام خدمة السحب مغلق جزئيا .	١ـ افتح صمام خدمة السحب إذا كان مغلقا .
	٢ـ شحنة تبريد غير كافية .	٢ـ أضف مركب تبريد لدورة التبريد .
	٣ـ صمام السائل لا يفتح	٣ـ افحص صمام السائل واستبدله إن لزم الأمر.
الضاغط يتوقف لزيادة الضغط في خط الطرد	١ـ صمام خدمة الطرد مغلق جزئيا	١ـ افتح صمام خدمة الطرد للضاغط .
	٢ـ يوجد هواء بدورة التبريد .	٢ـ أخرج الهواء من دورة التبريد وأعد التفريغ ثم الشحن .
	٣ـ مروحة المكثف لا تعمل .	٣ـ افحص محرك مروحة المكثف واعمل اللازم .
مثلج الماء يعمل لمدة طويلة أو باستمرار	١ـ نقص شحنة التبريد .	١ـ أضف مركب تبريد لدورة التبريد .
	٢ـ تلف أحد عناصر التحكم .	٢ـ افحص أجهزة التحكم

تابع الجدول (٥-٢)

العطل	الأسباب المحتملة	العلاج
تابع مثلج الماء يعمل لمدة طويلة أو باستمرار	٣ـ يوجد هواء بدورة التبريد . ٤ـ انسداد جزئي بصمام التمدد الحراري أو المرشح / المجفف .	واستبدل التالف . ٣ـ أخرج الهواء من دورة التبريد وأعد التفريغ والشحن . ٤ـ نظف أو استبدل .
ارتفاع درجة حرارة الماء المثلج	١-معاير غير صحيحة لثرموستات الماء المثلج أو تلفه . ٢-انخفاض المكثف . ٣ـ تكثيف زائد . ٤ـ كفاءة منخفضة للمثلج . ٥ـ فتح أحد أجهزة الحماية	١ـ أعد المعايرة أو استبدل الثرموستات . ٢ـ افحص المكثف وتأكد من عدم تجمع الشوائب ولا الصدأ (تبريد ماء) أو عوائق لمسارات الهواء (تبريد الهواء) . ٣ـ افحص حاكم ضغط المكثف ومرفقاته . ٤ـ افحص مرشح الماء والمعالجات الكيمائية للماء ومعدل تدفق الماء . ٥ـ افحص أجهزة الحماية واعمل اللازم .
صوت عالي	١ـ اهتزازات المواسير . ٢ـ الضاغط يصدر ضوضاء .	١ـ ثبت المواسير جيدا . ٢ـ تآكل كراسي المحور أو يراعي تثبيت الضاغط مفكوكة أو تلف صمامات الضاغط .

تابع الجدول (٥-٢)

العطل	الأسباب المحتملة	العلاج
الضاغط يفقد الزيت	١- تسرب في النظام . ٢- سخان صندوق المرفق لا يعمل أثناء توقف الضاغط .	١- صلح مكان التسرب . ٢- افحص دائرة التحكم وافحص السخان واستبدل العناصر التالفة .
تكون ثلج علي خط سحب الضاغط .	١- صمام التمدد يمرر كمية أكبر من اللازم من مركب التبريد . ٢- زيادة شحنة مركب التبريد .	١- اضبط صمام التمدد الحراري أو استبدله . ٢- نقص شحنة مركب التبريد .
ارتفاع درجة حرارة خط الطرد .	١- نقص شحنة مركب التبريد نتيجة لحدوث تسرب . ٢- صمام التمدد يمرر كمية أقل من اللازم .	١- اكشف عن مكان التسرب واعمل اللازم . ٢- اضبط صمام التمدد الحراري أو استبدله .
درجة حرارة الماء المثلج منخفضة جدا	١- معايرة غير سليمة للترموستات أو تلف الترموستات . ٢- انسداد في مسار تدفق الماء . ٣- انخفاض كفاءة المضخة أو تلفها	١- أعد ضبط معايرة الترموستات أو استبدل الترموستات . ٢- افحص مواسير الماء المثلج وصمام التحكم في تدفق الماء واعمل اللازم . ٣- ارجع إلي الفقرة (٥-١٢)
تكون ثلج في خط السائل .	انسداد المرشح / المجفف .	استبدل قلب المرشح / المجفف .
الضاغط لا يخفف أحماله عند انخفاض الأحمال .	١- احتراق ملفات صمامات عدم التحميل . ٢- تلف صمام عدم التحميل . ٣- توصيلات خاطئة .	١- استبدل الملفات المحترقة . ٢- استبدل الصمام التالف . ٣ - صحح التوصيلات الخاطئة .

تابع الجدول (٥-٢)

العطل	الأسباب المحتملة	العلاج
تابع الضاغط لا يخفف أحماله عند انخفاض الأحمال .	٤ـ ضعف أو انكسار ياي صمام عدم التحميل .	٤ ـ استبدل الصمام .
عدم تحميل الضاغط	١ـ توصيل خاطئ لملفات عدم التحميل . ٢ـ تلف صمام عدم التحميل . ٣ـ انسداد المرشح / المجفف . ٤ـ زرجنة أو تلف مكبس صمام عدم التحميل أو حلقات المكبس .	١ـ صحح التوصيلات الخاطئة . ٢ـ استبدل الصمام . ٣ـ استبدل قلب المرشح/ المجفف . ٤ـ نظف أو استبدل الأجزاء التالفة .

٥ ـ ٩ بدء تشغيل أبراج التبريد

١ـ نظف بالماء مكان الملء والحوض من المواد الغريبة .

٢ـ أملئ النظام الدوار بالماء (أملئ حوض الماء البارد بالماء حتى يصل مستوي الماء إلي 3.5 cm أسفل فتحة تصريف الماء الزائد .

٣ـ ابدأ تشغيل المضخة واضبط وضع الصمام العوامي .

٤ـ افحص خط الترف للتأكد من أنه يجري بتفريغ الماء أثناء التشغيل .

٥ـ افحص المروحة للتحقق من أنها تدور بحرية ومستوي الزيت في وعاء كرسي المحور مناسب . شغل محرك المروحة وتحقق من اتجاه الدوران فيجب أن يكون في اتجاه عقارب الساعة عند النظر إلي المروحة من جهة الطرد فإذا كان الدوران غير صحيح بدل أي سلكين من أسلاك تغذية المحرك بالتيار الكهربي .

٦ـ يجب أن يكون عمق الماء في حوض الماء الساخن متماثلا فإذا طفح حوض الماء الساخن انقص معدل تدفق الماء الساخن ولا تسمح بضخ معدل ماء أكثر من القيمة المصمم عليها البرج .

٧ـ يجب ألا يزيد زمن بدء دوران محرك المروحة عن ثلاثون ثانية في الساعة .

٨ـ عند التشغيل المبدئي للبرج شغل حتى يصبح زيت كراسي المحور ساخنا وفرغه وأعد التعبئة .

٩ــ عند إعادة تشغيل برج التبريد بعد توقف فصلي أزل واقي الصدأ من علي البكرات وركــب السيور .

ملاحظة : ــ لإيقاف برج التبريد في فصل الشتاء يجب تفريغ حوض البرج من المــاء وتــرك حوض البرج مفتوحا ثم تجري نظافة للبرج وتجري أية إصلاحات وتفك سيور المروحة وتوضـع في مكان جاف ومظلم وبارد وتغطي الطارات بمانع صدأ .

ويجب إدارة محرك المروحة علي الأقل ثلاثة ساعات شهريا لتجفيف ملفاته .

٥ ــ ١٠ الصيانة الوقائية لأبراج التبريد

يوميا : ــ

١ــ افحص خط نزيف الماء للتحقق من أنه يفرغ الماء باستمرار أثناء التشغيل فإذا كان خط النزف غير كاف لتكون القشور أو إحداث تآكل بالبرج يجب استخدام نظم المعالجة الكيميائية ويمكــن الاتصال بشركة معروفة في مجال المياه طلبا للمساعدة وقد يتكون طين وتتكاثر الطحالب الخضـراء في برج التبريد علما بأن وجود هذه المواد الغريبة يؤثر علي فعالية التبريد وهناك مركبات خاصــة يمكن الحصول عليها من شركات معالجة المياه للحد من تكون الطين والطحــالب علمــا بــأن الكلورين والمركبات التي تحتوي علي كلورين لها مفعول قوي في القضاء علي الطحالب والطــين ولكن الكلورين الزائد يمكن أن يتلف الخشب ومواد الإنشاءات العضوية الأخري للبرج وفي حالـة استعمال الكلورين فإنه يجب أن يضاف كعلاج متقطع فقط حسب الحاجة لضبط نسبة الطــين والطحالب .

وقد تتكون رغاوى في الماء عند تشغيل البرج الحديد وعادة فإن هذه الحالة لا تستمر طويــلا ويمكن تقليل الرغاوى بزيادة معدل نزف الماء فإذا لم تؤثر يجب استعمال مواد كيميائية خافضــة للرغوة ويمكن الحصول علي هذه المواد الكيميائية وطرق استعمالها من شركات معالجة المياه .

٢ــ التأكد من أن صمام العوامة يعمل بصورة طبيعية .

٣ــ التأكد من خروج الماء من الرشاشات بصورة طبيعية ولا توجد انسدادات .

٤ــ التأكد من أن مروحة البرج تدور في اتجاه عقارب الساعة عند النظر إليها من جانب الطرد .

شهريا : ــ

١ــ التأكد من شد سير المروحة خلال أوقات التشغيل .

٢ــ زيت المحرك والمروحة وفقا لتعليمات الشركة الصانعة .

٣ـــ ارفع أية رواسب زيتية أو غبار أو قشور من علي المحرك إذ أنها تسبب لإحداث زيادة مفرطـة في درجات حرارة العازل .

٤ـــ التأكد من عدم تجمع الطحالب الخضراء والفطر علي سطح البرج .

سنويا : ـــ

١ـــ افحص عينة من الماء للتأكد من خلوها من الصدأ فإذا كان بها صدأ يبحث عن الأماكن الـتي بها صدأ ويزال منها الصدأ ويعاد طلاؤها أو تستبدل .

٢ـــ فك صمامات الماء واستبدل التالف منها .

٣ـــ يجب إعادة طلاء سطح البرج .

٤ـــ فرغ حوض الماء البارد للبرج ونظف مرشح السحب .

٥ـــ تأكد من أن صمام العوامة يعمل بصورة طبيعية واستبدله إذا كان تالفا .

٦ـــ تأكد من أن الرشاشات تعمل بصورة طبيعية واستبدل التالف منها .

٧ـــ استبدل كراسي المحور للمحرك أو المروحة إذا كانت تالفة .

٨ـــ تأكد من أن المروحة مثبته جيدا علي عمود الدوران ولا يوجد انحناء في عمود الدوران .

٩ـــ شدد علي رباط الأسلاك الكهربية لمحرك المروحة .

٥-١١ أعطال أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية

الجدول (٥-٣) يبين أعطال أبراج التبريد والمكثفات التبخيرية

الجدول (٥-٣)

المشكلة Aصوت غير عادى لمحرك المروحة	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-المحرك يدور بوجه واحد .	1- وقف المحرك وحاول تشغيله مرة أخرى فإذا لم يدور افحص التمديدات الكهربيـــة لمحـــرك المروحة .
2-توصيل خاطئ لمحرك المروحة .	2 -طابق التوصيلات الكهربية لمحرك المروحة مع مخطط التوصيل الكهربي.
3-كراس محور محرك المروحة متآكلة .	3-فك كراس المحور وحاول إدارتها باليد فـــإذا سمعت صوت احتكاك ودوران غير منتظم بدلها
4-عدم توازن الأوجه الثلاثة .	4-قس فرق الجهد بين الأوجه الثلاثـــة فـــإذا كانت الجهود بين الوجه الأول والثاني وبـــين الوجه الثاني والثالث وبين الوجه الأول والثالث غير متساوية أعد توزيع الأحمال الكهربية علـــى الأوجه الثلاثة .
5-عدم اتزان العضو الدوار .	5-أعد اتزان العضو الدوار .
المشكلة B (ارتفاع درجه حرارة محرك المروحة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-انخفاض جهد المصدر .	1-قس جهد المصدر عند أطراف المحرك أثنـــاء دورانه فيجب أن يكون جهد المصدر مساويا الجهد المقنن لمحرك المروحة بتفاوت 10% ± .
2-عدم اتزان جهود الأوجه الثلاثة .	2-ارجع للنقطة A4
3-كراس المحور مشحمه أكثر من اللازم	3-ارفع أغطيه فتحات التشحيم وشغل محـــرك المروحة للتخلص من الشحم الزائد .

تابع المشكلة B (ارتفاع درجه حرارة محرك المروحة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
2-عدم اتزان جهود الأوجه الثلاثة .	2-ارجع للنقطة A4
3-كراس المحور مشحمه أكثر من اللازم .	3-ارفع أغطيه فتحات التشحيم وشغل محـــرك المروحة للتخلص من الشحم الزائد .
4-احتكاك العضو الدوار مع العضو الثابت .	4-إذا لم يكن هناك عيب في الصناعة اســتبدل كراس المحور التالفة .
5-استخدام شحم غير مناسب في كراس المحور .	5-تخلص من الشحم واستخدم المناسب تبعـــا لتوصيات الشركة المصنعة .
6-وجه مفصول عن المحرك .	6-وقف محرك المروحة وحاول إعادة تشـــغيله فإذا لم يعمل المحرك افحص التمديدات الكهربية للمحرك وحاول إعادة توصيل الوجه المفصول .
7-تهويه غير كافيه للمحرك .	7-نظف المحرك وافحص فتحات تهويه المحـــرك ونظفها .
8-تلف ملفات المحرك .	8-افحص ملفات المحـــرك بواســـطة جـــهاز الآفوميتر ثم افحص العزل بجهاز الميجر .
9-تكرر التشغيل والفصل .	9-يجب الا يزيد مجموع زمن البدء في الساعة عن 30 ثانيه .
10-شحم غير كافي في كراس المحور .	10-فك أغطية فتحات التشحيم وأعد التشحيم
11-تلف كراس المحور .	11-استبدل كراس المحور التالفة .

المشكلة C (اهتزاز غير عادى في أجزاء نقل الحركة في المروحة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-مسامير مفكوكة .	1-أعد رباط جميع المسامير المفكوكة .
2-تآكل كراس محور المروحة .	2-استبدل كراس محور المروحة .
3-عمود الإدارة منحنى .	3-استبدل عمود الإدارة .
4-سوء محاذاة بين المروحة والمحرك .	4-أعد ضبط محاذاة المروحة والمحرك

تابع المشكلة C (اهتزاز غير عادى في أجزاء نقل الحركة في المروحة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
5-ارتخاء سير نقل الحركة .	5-شد سير نقل الحركة وصولا للشد المناسبة.

المشكلة D (تدفق هواء غير كافي)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-المروحة لا تدور بالسرعة الكافية .	1-تأكد من أن عناصر نقل الحركة تعمل بصورة طبيعية .
2-وجود عائق لتدفق الهواء .	2-أزل العوائق المانعة للتدفق .

المشكلة E (مستوى الماء منخفض في المكثف التبخيرى)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-صمام تعويض الماء (العوامة) في خزان بـرج التبريد لا تعمل بصورة طبيعية .	1-نظف صمام تعويض الماء وزيته .
2-انقطاع مصدر الماء العمومي .	2-انتظر عودة الماء .
3-انسداد مرشح الماء .	3-فك المرشح ونظفه .

المشكلة F (تدفق منخفض للماء القادم من برج التبريد)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-ترسب أملاح على الجدران الداخلية لمواسير المكثف	1-افحص مواسير تبريد المكثف وأضف مزيل لترسبات للماء ثم قس انخفاض الضغط في مواسير تبريد المكثف .
2-مضخة الماء عاطلة .	2-ارجع لمضخات الماء الطاردة المركزية(الفقرة ٥-٢-٥) .
3-انسداد جزئي في دورة الماء .	3-نظف جميع المرشحات وافحص فقد الضغط داخل دورة الماء .

المشكلة G (انخفاض غير كافي لدرجة حرارة الماء في برج التبريد)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-ترسبات بمواسير الماء لبرج التبريد . 2-انخفاض تدفق الهواء .	1-أضف مزيل للترسبات في الماء . 2-ارجع للمشكلة D .
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
3-انسداد رشاشات الماء . 4-ترسبات على السطح الخارجي لمواسير الفريون للمكثفات التبخيرية .	3-فك الرشاشات ونظفها . 4-استخدام منظفات كيميائية لإزالة هذه الترسبات .

٥-١٢ أعطال مضخات الماء

الجدول (٥-٤) يبين أعطال مضخات الماء وأسبابها المحتملة وطرق الإصلاح .

الجدول (٥-٤)

المشكلة A (المضخة تدور ولا يوجد تدفق للماء)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-لم يتم تحضير المضخة . 2-هواء في دورة الماء . 3-انسداد مرشح الماء . 4-انسداد في خطوط الماء . 5-دوران معكوس للمضخة .	1-تأكد من أن خط السحب للمضخة مملوء بالماء . 2-أخرج الهواء . 3-نظف مرشح الماء أو استبدله . 4-أزل المواد المسببة للانسداد . 5-اعكس اتجاه الدوران بعكس وجهين من أوجه المصدر الموصلة بالمضخة (إذا كان محرك المضخة ثلاثي الوجه) .

المشكلة B (تدفق ضعيف للماء)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-يوجد انسداد جزئي في خطوط الماء .	1-أزل أسباب الانسداد .
2-دوران بطيء للمضخة .	2-افحص محرك المضخة .
3-انعكاس اتجاه دوران المضخة .	3-ارجع للنقطة A5 .
4-تآكل في العضو الدوار للمضخة .	4-افحص العضو الدوار للمضخة واستبدله إذا كان تالفا .

المشكلة C (ضوضاء شديدة جدا)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-محرك المضخة يدور بوجه واحد .	1-وقف المحرك وحاول إدارته مرة ثانيه فإذا لم يدور افحص التمديدات الكهربية لمحرك المروحة .
2-كراس محور محرك المضخة تحتاج لتزييت أو متآكلة .	2-أضف زيت عند كراس المحور واستبدل كراس المحور التالفة .
3-عدم اتزان العضو الدوار للمضخة .	3-أعد اتزان العضو الدوار للمضخة .
4-تآكل ميكانيكي	4-افحص كراس المحور و العناصر الأخرى المتعرضة للاحتكاك واستبدل التالف .

المشكلة D (ارتفاع درجة حرارة المضخة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-انخفاض جهد المصدر .	1-قس جهد المصدر عند أطراف محرك المضخة أثناء دورانه فيجب أن يكون جهد المصدر مساويا الجهد المقنن لمحرك المروحة بتفاوت ±10% وفي حالة انخفاض الجهد عن هذه القيمة استخدم موصلات لها مساحة مقطع أكبر

تابع المشكلة D (ارتفاع درجة حرارة المضخة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
	للمحرك .
2-عدم اتزان جهود الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربي .	2-أعد توزيع الأحمال الكهربية على الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربي إذا اختلف جهود الأوجه الثلاثة.
3-احتكاك العضو الدوار مع العضو الثابت .	3-إذا لم يكن هناك عيب في الصناعة استبدل كراس المحور التالفة .
4-وجه مفصول عن المحرك	4-وقف محرك المضخة وحاول إعادة تشغيله فإذا لم يدور المحرك افحص التمديدات الكهربية للمحرك وحاول إعادة توصيل الوجه المفصول .
5-تلف ملفات المحرك .	5-افحص ملفات المحرك بواسطة جهاز الآفوميتر ثم افحص العزل بجهاز الميجر .
6-تكرر التشغيل والفصل .	6-يجب ألا يزيد مجموع زمن البدء عن 30 ثانيه في الساعة .
7-كراس المحور مشحمة أكثر من اللازم	7-ارفع أغطية فتحات التشحيم وشغل محرك المضخة للتخلص من الشحم الزائد .
8-شحم غير كافي في كراس المحور .	8-فك أغطية فتحات التشحيم وأعد التشحيم
9-استخدام شحم غير مناسب في كراس المحور	9-تخلص من الشحم واستخدم المناسب تبعا لتوصيات الشركة المصنعة .
10-تلف كراس المحور .	10-استبدل كراس المحور التالفة .
11-تهوية غير كافية للمحرك .	11-نظف المحرك وافحص فتحات تهوية المحرك ونظفها.

المشكلة E(تسرب الماء من موانع تسرب المضخة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-عدم استقامة المضخة والمحرك .	1-اضبط استقامة المضخة والمحرك .
2-تلف موانع التسريب .	2-استبدل موانع التسريب التالفة .

المشكلة F(انخفاض كفاءة الضخ للمضخة)	
الأسباب المحتملة	**طرق الإصلاح**
1-انسداد مرشح الماء أو مواسير الماء .	1-نظف المرشح واستبدله ونظف مواسير الماء المسدودة
2-يوجد رمل أو صدأ أو أتربة في دورة الماء .	2-نظف النظام من الشوائب الموجودة .
3-عدم اتزان العضو الدوار للمضخة .	3-ارجع للنقطة C3 .
4-تآكل ميكانيكي .	4-ارجع للنقطة C4 .

الباب السادس
الغلايات

الغلايات

٦ ــ ١ أنواع الغلايات

تقوم الغلاية بتسخين الماء وهناك نوعان من الغلايات وهما : ــ

١ــ غلايات تعطي ماء ساخن Hot Water وتستخدم في التسخين .

٢ــ غلايات تعطي بخار Steam وعادة تستخدم غلايات البخار الكبيرة في محطات توليد الكهرباء أما الصغيرة منها فتستخدم في التسخين ويمكن تقسيم الغلايات من حيث ضغوط التشغيل إلي : ــ

١ــ غلايات ضغط منخفض .

٢ــ غلابات ضغط عالي .

والجدول (٦ ــ ١) يعطي ضغوط تشغيل أنواع مختلفة من الغلايات :

الجدول (٦ ــ ١)

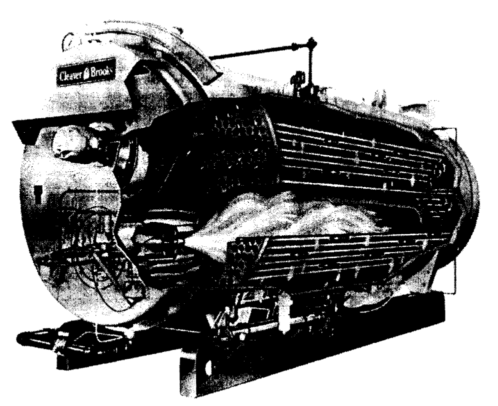
نوع الضغط / نوع الغلاية	ضغط منخفض	ضغط عالي
غلاية ماء ساخن	أقل من 1.05 bar	أكبر من أو تساوي 1.05 bar
غلاية بخار	أقل من 11.2 bar ودرجة حرارتها أقل من $121\ ^{o}C$	أكبر من 11.2 bar درجة حرارتها أكبر من $121\ ^{o}C$

ويمكن تقسيم الغلايات تبعاً لتركيبها إلي : ــ

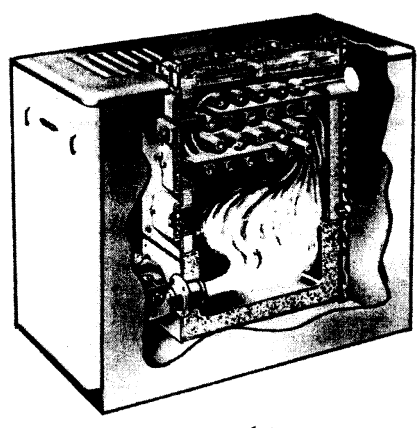
١ــ غلايات بمواسير ماء Water Tube Boiler حيث يمر الماء في مواسير محاطة باللهب .

٢ــ غلايات بمواسير لهب Fire Tube Boiler حيث يمر اللهب في مواسير داخل اسطوانة مملوء بالماء .

والشكل (٦ ــ ١) يعرض نموذج لغلاية بمواسير لهب من إنتاج شركة Cleaver Brooks Inc .



الشكل (٦ ــ ١)



الشكل (٦ ــ ٢)

والشكل (٦ — ٢) يعرض غلاية بمواسير ماء من إنتاج شركة

(Weil Melain , Div. Of wylain Inc.)

ويمكن تقسيم الغلايات من حيث نظام التركيب إلي : —

١— غلايات مجمعة بالمصنع .

٢— غلاية تجمع بالموقع المراد تركيبها فيه .

٦ — ٢ مشاكل الغلايات وطرق التغلب عليها

والجدير بالذكر أنه عند تبخر الماء وتحوله غلي بخار تتبقى الأملاح والشوائب الموجودة في الماء التي تترسب علي جدران المواسير أو الأسطوانة الأمر الذي يقلل من الانتقال الحراري ويقلل من كفاءة الغلاية وهناك ثلاثة طرق للتغلب علي هذه المشكلة وهم كما يلي : —

الشكل (٦— ٣)

١— استخدام ماء متعادل أي خالي من الأملاح .

٢— إضافة مواد كيميائية إلي الماء المستخدم لمنع ترسبه علي الجدران .

٣— تصريف جزء من ماء الغلاية بصفة دورية كلما زادت نسبة الأملاح فيها ويمكن معرفة ذلك باستخدام مجسات معدة لذلك واستبداله بماء جديد علماً بأنه يتم الإمداد بماء حديث بمعدل عشرة جرامات في الدقيقة حيث أن نسبة الأملاح في هذه الحالة لا تتعدي 10أجزاء في المليون ويتم تصريف جرام في الدقيقة من الماء الذي يحتوي 100 جزء في المليون أملاح وذلك بالطريقة المبينة بالشكل (٦ — ٣) .

حيث أن :—

أسطوانة الغلاية التي تحتوي علي ماء	1
صمام أتوماتيكي	2
منظم الموصلية فكلما ازدادت عن حد معين تبدأ عملية التصريف	3

وتقاس سعة الغلاية بوحدة KW أو KJ / hr أو BTU / hr وهي مقدار الطاقة التي تنتقل فعلياً للماء في الثانية أو في الساعة وأحياناً تقاس سعة الغلاية بوزن بخار الماء أو الماء الساخن بالكيلو جرام الذي تنتجه الغلاية كل ساعة علي سبيل المثال غلاية قدرتها 28 kWوتعطي بخار وزنه

15.3 Kg / hr عند درجة حرارة 100 °C وهناك بعض المشاكل التي تستوجب إيقاف الغلاية عند حدوثها وهم كما يلي : —

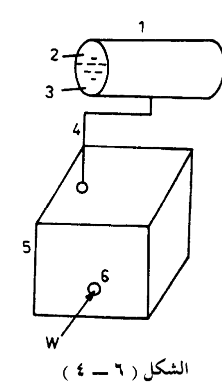
١— زيادة الضغط Over pressure والناتج عن زيادة الحريق في بيت النار (المشعل) burner

٢— الارتفاع المفرط في درجة الحرارة Over heating والناتج عن انخفاض مستوي الماء في الغلاية .

٣— الانفجار Explosion الناتج عن احتراق كمية كبيرة من الوقود .

ويمكن حماية الغلاية من الزيادة المفرطة في الضغط باستخدام صمام تصريف ضغط Relief valve حيث يعمل علي تصريف الضغط الزائد للبخار للخارج .

ويمكن الحماية من الزيادة المفرطة في درجة الحرارة باستخدام مفتاح مستوي للماء في الغلاية فإذا نقص مستوي الماء عن الحد المسموح به يعمل هذا المفتاح علي إيقاف المشعل burner ويمكن الحماية من حدوث انفجار نتيجة لاشتعال كمية كبيرة من الوقود باستخدام وسيلة للكشف عن وجود اللهب الخارج من المشعل ويتم ذلك باستخدام مفاتيح حرارة أو وحدات ارتباط ضوئية حرارية Thermocouple في حالة الغلايات العاملة بالغاز أو يستخدم مفتاح حساس للحرارة او خلية كبريت الكادميوم Cadmium Sulfite وعادة يكون لون اللهب أصفر في المشعلات الزيتية في حين يكون لونه أزرق في المشعلات الغازية وتحتاج الغلايات لفحص دوري وسنوي للتأكد من عدم ترسب الأملاح علي الجدران الداخلية وكذلك يجب إجراء اختبار إمكانية الصمود ضد الضغوط العالية حيث تضغط الغلاية من جهة المخرج بالماء بضغط يصل إلي 1.5 مرة من الضغط المقنن لها وذلك عندما تكون الغلاية باردة ثم تفحص مواسير الغلاية من جهة جانب الحريق فأي تسرب في الماء يدل علي وجود خلل بالغلاية وخلال هذا الاختبار يجب إيقاف صمام التصريف ويستخدم في ذلك جهاز gag لإبقاء صمام التصريف في حالة غلق بغض النظر عن الضغط داخل الغلاية ويجب التأكد من أن جميع صمامات التصريف فى وضعها الطبيعي قبل إعادة التشغيل . وكذلك يجب فحص جميع المواسير للتأكد من عدم وجود علامات للارتفاع المفرط في درجة الحرارة



الشكل (٦ — ٤)

والتي تبدو في صورة حبيبات علي المواسير أو انبعاج للمواسير ويجب أيضاً فحص الطوب الحراري للغلاية حيث يحتاج عادة لإصلاح دوري .

٦ ــ ٣ خزان الضغط Pressure tank

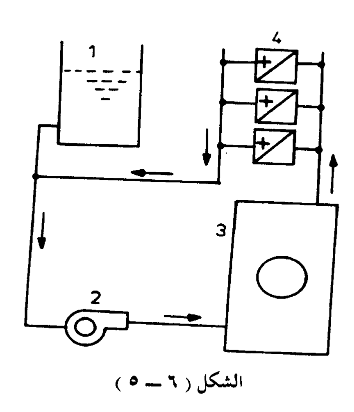
وعادة تزود الغلايات بخزانات ضغط توضع فوق الغلاية وتعمل علي منع حدوث تلــــف للمواسير عند زيادة ضغط الماء ولخزان الضغط فتحة دخول واحدة ويوضع هذا الخزان فـــوق الغلاية فعند زيادة الضغط في الغلاية يحدث إنضغاط للهواء الموجود في خزان التمدد وعـــادة يكون خزان التمدد نصفه فارغ ومملوء بالهواء . والجدير بالذكر أن خزانات الضغط تقـــابل خزانات التمدد التي تستخدم مع بعض الأنظمة عدا أن خزانات التمدد تكون مفتوحة وتوضع أعلي نقطة بالنظام .

والشكل (٦ ــ ٤) يبين طريقة استخدام خزان الضغط.

حيث أن : ــ

خزان ضغط	1	مخرج الماء الساخن	4
حيز الهواء	2	الغلاية	5
حيز الماء الساخن	3	فتحة دخول الماء	6

أما الشكل (٦ ــ ٥) فيبين طريقة استخدام خزان التمدد في أنظمة التكييف .



الشكل (٦ ــ ٥)

حيث أن : ــ

خزان تمدد مفتوح	1
مضخة ماء ساخن	2
غلاية	3
ملفات تسخين مائية بوحدات مناولة الهواء (AHU)	4

٦ ــ ٤ مشعلات الزيت Oil burner

يقوم المشعل بتوليد اللهب اللازم لتسخين الماء وهناك أنظمة مختلفة لهذه المشعلات .

النظام الأول : ــ

يستخدم مضخة تعمل علي توليد ضغــــط للزيت الخفيف نوع 1,2 يصــل إلي 7 bar ثم خلطه مع الهواء كما بالشكل (٦ ــ ٦)

حيث أن : ــ

هواء	1
زيت عند ضغط 7 bar	2
الزيت المرشوش	3

النظام الثاني : ــ

هو خلط الزيت مع البخار المضغوط عند ضغط 14 bar : 7 كما بالشكل (٦ ــ ٧)

الشكل (٦ ــ ٦)

الشكل (٦ ــ ٧)

الشكل (٦ ــ ٨)

حيث أن : ـــ

زيت	1
بخار ماء مضغوط	2
مسدس إطلاق الخليط	3
الزيت المرشوش علي هيئة ذرات	4

النظام الثالث : ـــ

هو استخدام هواء مضغوط بدلاً من بخار الماء وعادة تستخدم هذه الطريقة مع الغلايات الـــتي لا تعطي بخار في بادئ التشغيل لعدم توفر البخار .

النظام الرابع : ـــ

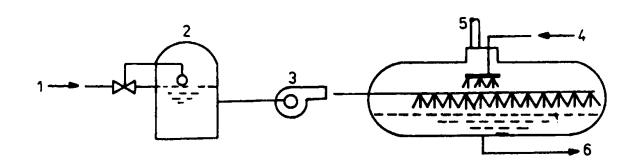
استخدام المشعلات الدوارة بدون الحاجة لتسخين الزيت الثقيل رقم 4 , 3 , 1.2 والشكل(٦ ـــ ٨) يبين فكرة عمل المشعلات الدوارة .

حيث أن : ـــ

مروحة	1
عمود أجوف لإمرار الوقود	2
كوب يدور	3
فونيه	4
وقود مرشوش يدور في عكس اتجاه عقارب الساعة	5
وقود مرشوش يدور في اتجاه عقارب الساعة	6
غطاء للفونيه والكوب الدوار	7

٦ ـــ ٥ جهاز نزع الأكسجين Deareator

عادة يحدث الصدأ والتآكل في مواسير الماء المتكاثف والبخار نتيجة للأكســــجين المتحلــل ويستخدم جهاز نزع الأكسجين في أغلب الغلايات والشكل (٦ ـــ ٩) يوضح فكـــرة عمــل جهاز نزع الأكسجين .



الشكل(٦-٩)

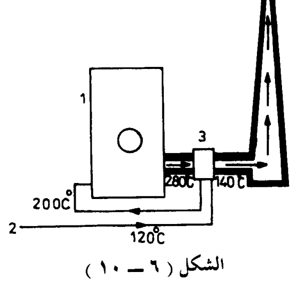
حيث أن : ـــ

دخول ماء جديد مزال منه العسر	1
خزان الماء المقطر	2
مضخة إمداد الغلاية بالماء	3
مدخل البخار	4
مكان سحب الأكسجين	5
إلي الغلاية	6

حيث يتم رفع درجة حرارة الماء المدفوع إلي خزان نزع الأكسجين عبر رشاشات بواسطة بخار ماء يتم دفعه كذلك عبر رشاشات ، فينفصل الأكسجين عن الماء ويخرج من فتحة تنفيس إلي الغلاف الجوي .

٦ ـــ ٦ الموفر Economizer

عادة فإن درجة حرارة غازات العادم الخارجة من الغلاية عبر المدخنة تتراوح ما بين (288 : 343 °C) وهذا يؤدي لانخفاض كفاءة الغلاية ولذلك يستخدم الموفر وهو عبارة عن مبادل حرارة يستفيد من حرارة العادم في رفع درجة حرارة الماء الداخل للغلاية



الشكل (٦ ـــ ١٠)

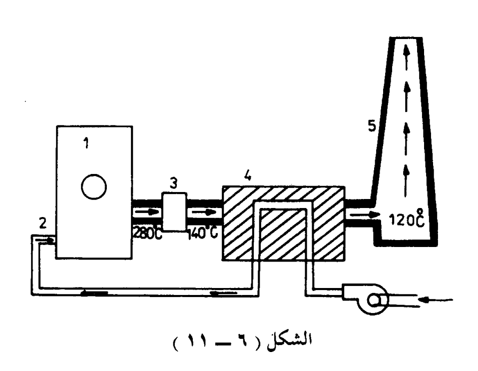
من 4.5 °C إلي (21 : 38 °C) الأمر الذي يؤدي إلي خفض درجة حرارة العادم إلي حوالي (93 : 145 °C) والشكل (٦ ـــ ١٠) يبين فكرة عمل هذا الموفر .

حيث أن : ـــ

الغلاية	1
ماء الإمداد ودرجة حرارته 121 °C	2
الموفر	3
المدخنة	4

٦ ـــ ٧ سخانات الهواء Air Heaters

يمكن الاستفادة من حرارة غازات العادم الخارجة من الموفر التي لا يمكن أن تقل عن درجـــة حرارة ماء الإمداد في تسخين الهواء المستعمل في الاحتراق بالغلاية ويتم ذلك بواسطة ســخانات هواء معدة لذلك والشكل (٦ ـــ ١١) يبين فكرة عمل هذه السخانات .



الشكل (٦ ـــ ١١)

حيث أن : ـــ

الغلاية	1	سخان الهواء	4
هواء الاحتراق	2	المدخنة	5
الموفر	3	مروحة هواء الاحتراق	7

٦ ــ ٨ أجهزة التحكم المبرمجة في الغلايات

Programmable Controllers For Boilers

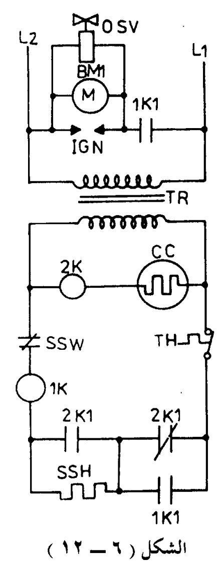
اتجهت بعض الشركات المصنعة للغلايات لاستخدام أجهزة تحكم مبرمجة للتحكم في الغلايـات وهذه الأجهزة تقوم بما يلي : ــ

١ــ فحص وجود انخفاض في مستوي الماء في الغلاية بالاستعانة بمجسات تحكم تعطي إشارات .

٢ــ تطهير صندوق الحريق لمدة ثلاث دقائق حيث يتم تشغيل مروحة هواء الحريق مع فتح دامــبر هواء الحريق .

٣-بعد الانتهاء من دورة التطهير السابقة و بعد عملية إشعال اللهب يتم فتح صمـــام التحكــم المساعد في الغاز فإذا لم يتكون اللهب لمدة ثلاثون ثانية فإن عنصر مراقبة اللهب سيعطي إشارة إلي جهاز التحكم فيعمل علي إيقاف الغلاية .

٤ــ عندما يتكون اللهب المساعد يفتح صمام الوقود الرئيسي فإذا لم يتكون اللهب الرئيســـي في



الشكل (٦ ــ ١٢)

حوالي ثلاثون ثانية يحدث إيقاف للغلاية .

وهناك مراقبات إضافية قد تتوفر في بعض أنظمة التحكم في الغلايات مثل : —

١ــ بعد عمل مروحة هواء الحريق يتم التأكد من عدم وجود تدفق للهواء بواسطة مفتاح ضغط .

٢ــ بعد أن تصل إشارة فتح لدامبر الهواء من جهاز التحكم المبرمج يتم التأكد من أن الدامبر يتم فتحه كاملاً بواسطة مايكرو سويتش Micro switch معد لذلك وبذلك يمكن أن تحدث عملية التطهير بكفاءة عالية .

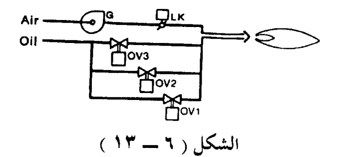
٣ــ عند إرسال إشارة تشغيل لصمام الوقود الرئيسي فإن الحاكم يعطي إشارة لتشغيل هذا الصمام علي أدني وضع تشغيل وبواسطة مايكرو سويتش يمكن معرفة هل عمود الصمام مفتوح علي أدني وضع ممكن للحريق أم لا .

٦ ــ ٩ أجهزة التحكم في مشعلات الغلايات الزيتية Oil Burner

الشكل (٦ ــ ١٢) يعرض دائرة التحكم في مشعل زيت لغلاية من إنتاج شركة Honey well

نظرية التشغيل : —

عندما تكون درجة حرارة الماء في الغلاية مرتفعة تكون ريشة الثرموستات TH مغلقة فيكتمل مسار تيار الريلاي 1K عبر الريشة المغلقة 2 K1 وسخان مفتاح الأمان SSH فتغلق الريشة المفتوحة للريلاي 1 K2 الموصلة بالتوالي مع كلاً من صمام الزيت OSV ومحرك المشعل BM وأقطاب الإشعال IGN فإذا تكون لهب خلال ثلاثون ثانية تتحول خلية الكادميوم CC لحالة قصر فيكتمل مسار تيار الريلاي 2 K ويحدث قصر علي أطراف سخان مفتاح الأمان SSH نتيجة لغلق الريشة المفتوحة 2 K1 وتستمر الغلاية في العمل أما إذا لم يتكون اللهب تصبح خلية الكادميوم CC كدائرة مفتوحة وبعد حوالي ثلاثون ثانية ترتفع درجة حرارة سخان مفتاح الأمان



الشكل (٦ ــ ١٣)

SSH فيفتح ريشته المغلقة SSW وينقطع مسار تيار الريلاي 1 K ومن ثم ينقطع مسار تيـــار صمام الوقود OSV ومحرك المشعل BM وأقطاب الغلاية IGN .

والشكل (٦ — ١٣) يعرض كيفية التحكم في مشعل غلاية زيتية حيث يقوم المشعل بخلـط الهواء Air المدفوع بواسطة مروحة G مع الوقود Oil ويتم التحكم في كمية الوقود بواســطة الصمامات الثلاثة OV1,OV2,OV3 ويتم التحكم في كمية الهواء المدفوع بواسطة دامبر الهـواء LK .والشكل (٦ — ١٤) يبين دائرة التحكم في مشعل الغلاية الزيـــتي والمصنـــع بشـــركة Landis & GYR .

حيث أن : —

محركات مراوح المشعل	G1 , G2	مفتاح ضغط الهواء	LP
كونتاكتورات المراوح	C1,C2	مفتاح ثرموستات أو مفتاح ضغط	R
متممات زيادة الحمل للمراوح	E1,E2	محدد درجة حرارة أو ضغط	W
سكينة رئيسية	H	محرك دامبر الهواء	LK
جهاز استشعار لهب المشعل	LF	ريلاي الإضافة	D1
ضاغط تحرير جهاز التحكم في المشعل	EK2	محول إشعال	T
لمبة إنذار من بعد	L2	صمامات الزيت	OV1,OV2,OV3

الشكل (٦ — ١٤)

والشكل (٦ ـــ ١٥) يبين المخطط الزمني لتشغيل المشعل الذي بصدده والذي يوضح نظريـة عمل المشعل .

حيث أن : ـــ

لحظة البدء	**A**
مرحلة البدء العادية	**A - B**
دوران المشعل الطبيعي	**B - C**
عملية الإيقاف	**C**
عملية تنظيف المشعل بالهواء	**C – D**
عملية غلق دامبر الهواء	**D – E**
عملية إيقاف المشعل	**E – F**
البدء الجديد	**F**
مرحلة بدء عادية	**F – G**
عملية دوران طبيعية	**G – H**
حدوث انقطاع للهب	**H**
تكرار عملية البدء	**H – I**
التكرار	**I**
محاولة البدء بدون تكون اللهب	**I – K**
حدوث توقف لجهاز التحكم	**K – L**
تحرير جهاز التحكم	**L**
العودة لعملية البدء الطبيعية	**L – M**
البدء مرة أخري	**M**

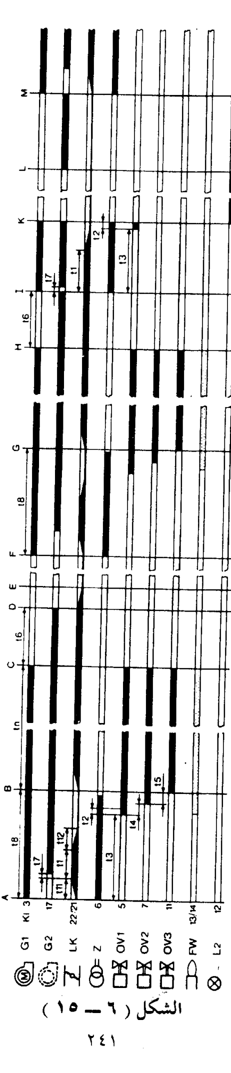
ويلاحظ أن المخطط الزمني يعطي حالة كل من : ـــ

- مروحة المشعل الأولي (**G1**) والخط الأسود يعني حالة تشغيل **ON** .
- مروحة المشعل الثانية (**G2**) والخط الأسود يعني حالة تشغيل **ON** .
- دامبر الهواء (**LK**) والخط الأسود يعني فتح الدامبر .
- محول الإشعال (**Z**) والخط الأسود يعني تكون شرر الإشعال .
- صمامات الزيت (**OV1 - OV3**) والخط الأسود يعني الصمام مفتوح .

- حالة اللهب (FW) والخط الأسود يعني أن اللهب موجود .
- حالة ضاغط التحرير (L2) والخط الأسود يعني أنه يتم الضغط علي الضاغط .

وفيما يلي قيم الأزمنة المختلفة بالثانية : ــ

- زمن تنظيف المشعل يتراوح ما بين (8 : 63 S) وهو قابل للمعايرة t1
- زمن الأمان الأول ويتراوح ما بين (0 : 9 S) وهو قابل للمعايرة t2
- الزمن السابق للضبط ويساوي (t 1 + t 11 + t 12 + 7 S) t3
- فترة زمنية بين زمن تشغيل الصمام الأول والثاني وتساوي 11 S t4
- فترة زمنية بين زمن تشغيل الصمام الأول والثاني وتساوي 11 S t5
- زمن تنظيف المشعل t6
- زمن تأخير ويساوي 3S t7
- زمن البدء الكلي ويساوي (t 1 + 3 0 + t 11 + t 12) t8
- زمن فتح أو غلق دامبر الهواء t 11 , t 12



الشكل (٦ — ١٥)

الباب السابع

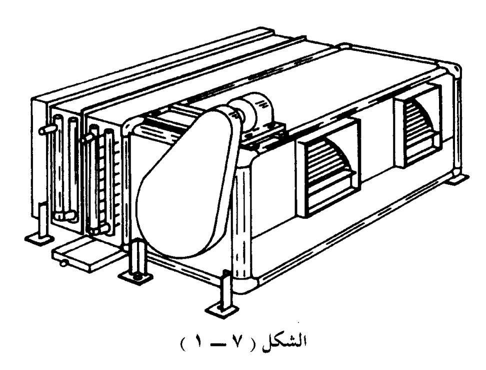
وحدات مناولة الهواء AHU

وحدات مناولة الهواء AHU

٧ ــ ١ مقدمة

إن توفر وحدات مناولة الهواء الجاهزة تعد من أعظم التغيرات الملموسة التي حدثت في تصميمات معدات تكييف الهواء المركزية .

والشكل (٧ ــ ١) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء من إنتاج شركة York .



الشكل (٧ ــ ١)

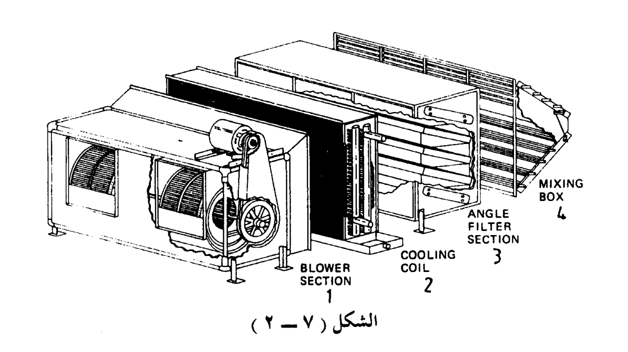
أما الشكل (٧ ــ ٢) فيبين الأجزاء الداخلية لوحدة مناولة الهواء السابقة .

حيث أن : ــ

قسم المروحة	1
قسم التبريد	2
قسم الترشيح	3
قسم الخلط	4

وهناك أقسام أخري يمكن أن تتواجد في وحدة مناولة الهواء مثل : ــ

- **قسم إعادة الطاقة**
- **قسم التسخين**
- **قسم الترطيب**



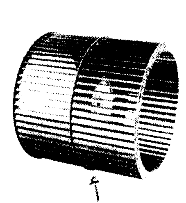
الشكل (٧ ــ ٢)

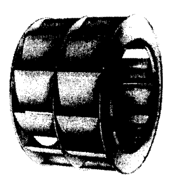
٧ ــ ٢ قسم المراوح

١ــ المراوح وتعتبر المراوح العنصر الأساسي في أجــهزة مناولة الهواء وتكون ثنائية المدخل من النــوع الطــارد المركزي ويمكن تقسيم المراوح الطاردة المركزيــة مــن حيث شكل ريش المراوح إلي :

- المراوح ذات الريش المائلة للأمام CF
- المراوح الانسيابية AF

والشكل (٧ ــ ٣) يعرض نموذج للريش المائلــة للأمام CF(الشكل أ) والمراوح ذات الريش الانسيابية AF (الشكل ب) .


أ


ب

الشكل (٧ ــ ٣)

والجدول (٧ ــ ١) يعرض مقارنة بين خواص المروحة ذات الريـــش المائلـــة للأمـــام CF والمروحة الانسيابية AF .

الجدول(٧-١)

نوع المروحة	الخواص	التطبيق
مروحة بريـــش مائلـــة للأمام CF	١ــ أفضل في الضغوط التي تـــتراوح ما بين (0 : 125 mm wg) ٢ــ تزداد القدرة المستهلكة بزيـــادة حجـــم الهـــواء ويقـــل الضغـــــط الاستاتيكي. ٣ــ أرخص من مراوح AF ٤ــ تدور بسرعات منخفضة تتراوح ما بين(1000 : 1200 RPM) ٥ــ الريش منحنيـــة جهـــة اتجـــاه الدوران .	تستخدم في وحدات مناولـــة الهواء ذات الضغوط المنخفضـة والمتوسطة .
مروحة الهواء الانسيابية AF	١ــ أفضل في الضغوط العالية الـــتي تتراوح ما بين(100:200mm wg) ٢ــ تكون ذات قدرات حصانيـــــه أعلي عند السعات العالية . ٣ــ أعلي ثمنا من مراوح CF . ٤ــ تدور بسرعات عالية تتراوح مـا بين (1200: 2800 RPM) . ٥ــ تشبه ريشها ريش الطـــــائرات وتكون مائلة للخلف .	تستخدم في وحدات مناولـــة الهواء ذات السعات المنخفضـة والمتوسطة وكذلك الضغـــوط العالية .

علماً بأن 10 m wg (عشر متر من الماء) تعادل (1 bar) والجدول (٧ ــ ٢) يعـوض أهم قوانين المراوح .

الجدول (٧ ــ ٢)

القوانين	الثابت	المتغير
$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$	ــ كثافة الهواء . ــ حجم المروحة . ــ نفس نظام التوزيع .	السرعة
$\frac{P_1}{P_2} = (\frac{N_1}{N_2})^2$		
$\frac{HP_1}{HP_2} = (\frac{N_1}{N_2})^3$		
$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{HP_1}{HP_2} = (\frac{D_1}{D_2})^2$	ــ كثافة الهواء . ــ السرعة .	حجم الهواء
$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$		
$P_1 = P_2$		
$\frac{Q_1}{Q_2} = (\frac{D_1}{D_2})^3$	ــ الكثافة ــ السرعة	
$\frac{P_1}{P_2} = (\frac{D_1}{D_2})^2$ $\frac{HP_1}{HP_2} = (\frac{D_1}{D_2})5$		
$\frac{N_1}{N_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{HP_1}{HP_2} = \sqrt{\frac{W_2}{W_1}}$ $N_1 = N_2$	ــ الضغط ــ حجم المروحة ــ نفس نظام التوزيع	كثافة الهواء

حيث أن : ــ

معدل التدفق الحجمي في المروحة — Q

السرعة الدورانية — N

الضغط المتولد بالمروحة — P

القدرة الحصانية الداخلة لمحرك المروحة — HP

D	قطر المروحة
W	كثافة الهواء وتتناسب طردياً مع ضغط الهواء وعكسياً مع درجة الحرارة المطلقة

وتستخدم قوانين المراوح للتنبؤ بخواص الأداء للمروحة عند تغير ظروف العمل أو حجم المروحة لنفس النوع من المراوح وعند تغير المروحة يجب استخدام المعلومات الفنية الخاصة بالمروحة الجديدة ويمكن معرفة قدرة محرك المروحة من العلاقة التالية : —

$$power = \frac{VP}{33000} \qquad (W)$$

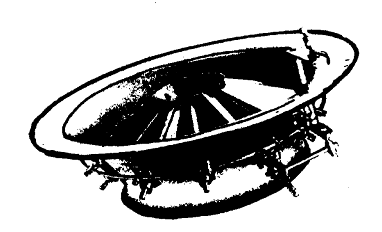
حيث أن : —

Power	القدرة بوحدة الوات
V	حجم الهواء بوحدة m^3/s
P	الضغط الكلي بوحدة الباسكال (pa)

علماً بأن ($pa = 10^{-5}$ bar)

ويتم تشغيل المراوح بمحركات كهربية استنتاجيه ثلاثية الوجه عن طريق سيور علي شكل (V) ويمكن التحكم في سرعة المروحة إما بالتحكم في قطر الطارات المثبت عليها السير والمثبتة علـــي كلاً من عمود المحرك وعمود المروحة أو باستخدام محركات متعددة السرعات أو باستخدام وحدة تحكم استاتيكية في السرعة .

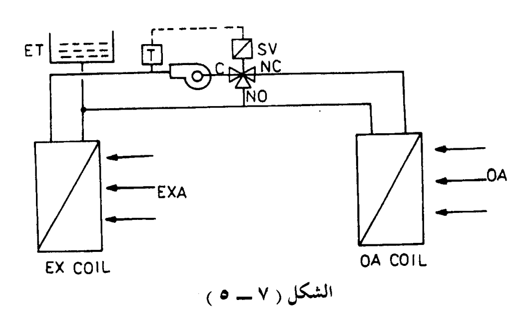
وتوجد أنواع من المراوح لها معدل تدفق يمكن التحكم فيه بواسطة ريش يمكن توجيهـــــها في المدخل والشكل (٧ — ٤) يعرض نموذج لمروحة لها معدل تدفق متغير من إنتاج شركة York



الشكل (٧ — ٤)

٧ ــ ٣ قسم إعادة الطاقة Heat Recovery Section

في بعض وحدات مناولة الهواء يستخدم قسم لإعادة الطاقة المفقودة علي سبيل المثال استغلال الطاقة الموجودة في هواء العادم في تبريد الهواء الجوي في فصل الصيف وفي تسخين الهواء الجوي في فصل الشتاء باستخدام ملفات دوارة Run Around Coil بالطريقة المبينة بالشكل (٧ ــ ٥).

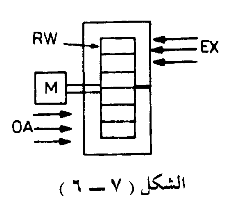


الشكل (٧ ــ ٥)

حيث أن : ــ

ملف الهواء العادم	EXA
ملف الهواء الجوي	OA
خزان التمدد	ET
مضخة	P
صمام ثلاث سكك	SV
ثرموستات	T

ففي حالة استخدام ملفات بثماني صفوف فإنه يمكن استرداد 40% من الحرارة المفقودة في العادم وذلك في فصل الشتاء واستعادة 25% من التبريد الموجود في العادم في فصل الصيف . ولمنع حدوث تجمد في هذا القسم يضاف محلول جليكول الإثيلين



الشكل (٧ ــ ٦)

للماء المثلج وعادة يتم عمل ربط بين مضخة الدوران مع مروحة المصدر لكي يدور معا ويعمـــل صمام الثلاث سكك SV على إيجاد ممر جانبي مرورا بملف العادم عند انخفاض درجة حرارة العادم إلى 1.5 °C لمنع تكون صقيع في ملف العادم .

وهناك طريقة أخرى تستخدم في قسم إعادة الطاقة وهي استخدام قرص دوار لإعادة الحرارة كما بالشكل (٧ ـــ ٦) Revolving Wheel

حيث أن : ـــ

الهواء العادم	EX
الهواء الخارجي	OA
القرص الدوار	RW
محرك إدارة القرص	M

حيث يقوم القرص الدوار باستعادة الحرارة الموجودة في هواء العادم وإعادته للـــهواء الجـــوي الداخل لوحدة مناولة الهواء في فصل الشتاء وكذلك استعادة البرودة الموجودة في هواء العـــادم في فصل الصيف . علماً بأنه يتم عمل ربط في الدائرة الكهربية بين محرك القرص الدوار ومحرك الإمداد ليدورا معاً .

٧ ـــ ٤ قسم الترشيح Filteration Section

يعمل هذا القسم علي ترشيح مخلوط الهواء الخارج من قسم الخلط

ويوجد ثلاثة أنواع من المرشحات التقليدية : ـــ

١ـــ مرشحات يمكن تنظيفها مصنوعة من الصوف أو الشعر ويمكن غسلها بالمــــاء والمنظفـــات الصناعية وتغطيتها بطبقة من الزيت المعدني لتصيد الأتربة العالقة بالهواء .

٢ـــ مرشحات يلزم تغييرها من وقت لآخر مصنوعة من نسيج من الشعر الزجاجي أو البلاســتيك الرغوي .

٣ـــ مرشحات عالية الكفاءة مصنوعة من الشعر السليلوزي Cellulose Fibre أو مواد صناعية Synthetic أو لفة حصيرية من لباد الصوف .

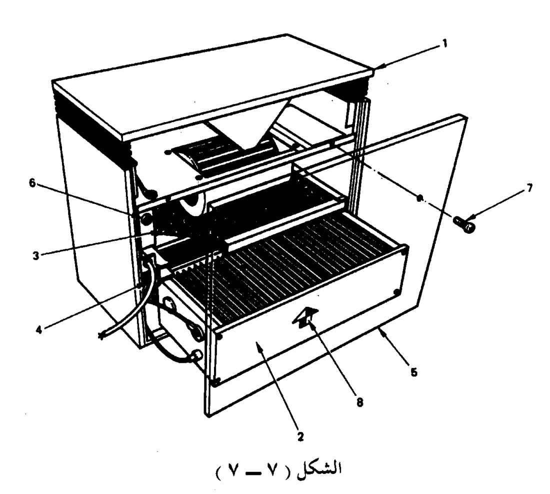
وعادة فإن اختيار مادة المرشح يعتمد علي كفاءة المرشح المطلوبة وسرعة الهواء الذي ســـيتم ترشيحه فالمرشحات العادية يجب ألا تقل كفاءتها عن 95% للذرات التي حجمها 5 ميكـــرون والمرشحات ذات الكفاءة العالية يجب ألا تقل كفاءتها عن 80% للذرات الـــتي حجمـــها 0.5

ميكرون وكلاهما عند سرعة (2.54 m/s) أما عند الحاجة لترشيح عالي الكفاءة يلـــزم الأمـــر استخدام قاطع ضغط فرقي للكشف عن فرق الضغط قبل وبعد المرشح ، فبمجرد زيـــادة فـــرق الضغط عن الحدود المسموح بها يحدث إما إنذار لاستبدال أو تنظيف المرشح أو يتم الانتقال الذاتي لجزء جديد من اللفة الحصيرية وهناك أنواع أخري من المرشحات الالكتروستاتيكية أو الإلكترونية والتي تستخدم في حالة الحاجة للترشيح الدقيق جداً .

والشكل (٧ ــ ٧) يعرض نموذج لمرشح إلكتروني من إنتاج شركة Myson Co.

حيث أن : ــ

الغلاف	1	اللوحة الخلفية	5
خلية إلكترواستاتيكية	2	مصهر	6
مرشح كربوني	3	مسمار	7
مرشح قبلي	4	سهم اتجاه تدفق الهواء	8

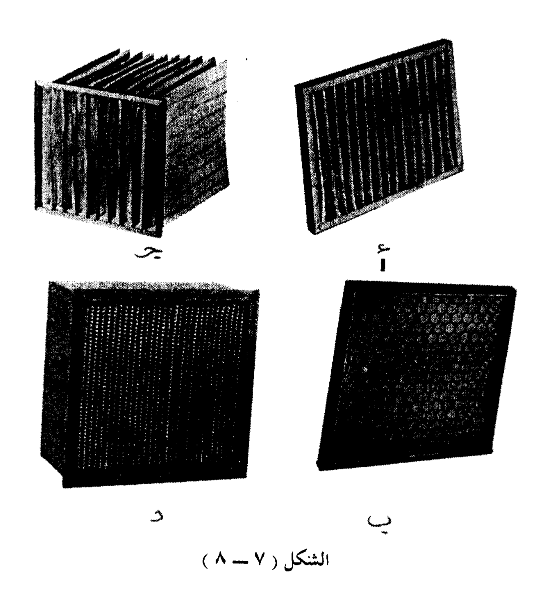


الشكل (٧ ــ ٧)

ويتم سحب الهواء المطلوب ترشيحه بواسطة مروحة طاردة مركزية فيتم عمل ترشيح مبدئـــي للهواء بواسطة مرشح يمكن غسله وتنظيفه وبعد ذلك يمر الهواء في منطقة معينة حيث يتعرض الهواء

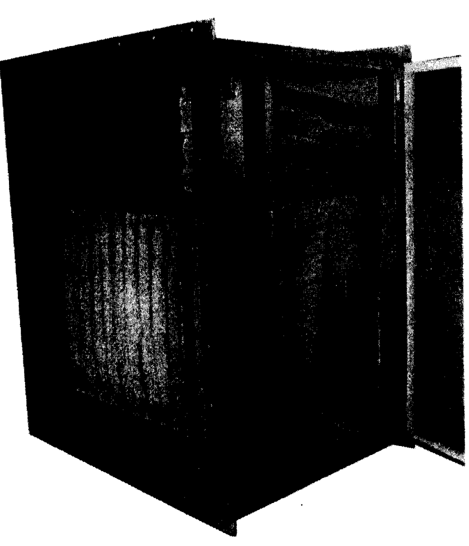
لجهد عالي ومجال كهربي موجب فتشحن جميع الأجسام الصلبة بالهواء بشحنة موجبة ثم يمر الهـواء علي ألواح متوازية مشحونة بشحنات موجبة وسالبة فتتجمع الأجسام الصلبة المشحونة بشـحنة موجبة علي الألواح السالبة بعد ذلك يمر الهواء علي مرشح من الفحم النباتي حيث يتم إزالـة أي روائح كريهة قبل إعادة الهواء للغرفة ويمكن تنظيف الألواح من الأجسام المتجمعة عليها بغسـلها وعادة يستخدم هذه المرشحات في المستشفيات في المصانع الدقيقة جداً فهي قادرة علي التخلـص من دخان السجاير وجميع الروائح الكريهة .

وتصمم مقاطع المرشحات القياسية غالباً علي شكل V لتوفير مساحة كبيرة لتدفق الهواء . والشكل (٧ ــ ٨) يعرض نماذج مختلفة للمرشحات فالمرشحات المبينـة بالشـكل (أ ، ب) مرشحات ابتدائية Pre filters والمرشحات المبينة بالشكل (ج ، د) مرشحات ذات كفـاءة عالية من إنتاج شركة York .



الشكل (٧ ــ ٨)

والشكل (٧ — ٩) يبين طريقة تثبيت المرشحات في قسم الترشيح (شركة York)



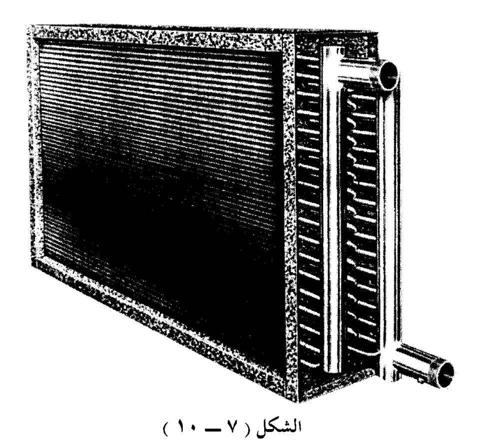
الشكل (٧ — ٩)

٧ — ٥ قسم التبريد والتسخين Cooling & Heating Section

يحتوي قسم التبريد علي ملف تبريد يمر فيه الماء المثلج الخارج من المثلج وعادة يحتوي ملف التبريد علي مجموعة من المسارات المتوازية وذلك من أجل تقليل فقد الضغط في ملف التبريد والشكل (٧ — ١٠) يعرض نموذج لملف تبريد يعمل بالماء المثلج من إنتاج شركة York . ويلاحظ أنه يوجد مجمع عند المدخل وآخر عند المخرج . وعادة توجد سدادة في أعلي ملف التبريد من أجل التنفيس وأخري في أسفل الملف للتصريف وعادة يكون مدخل الماء المثلج في أعلي ملف التبريد ومخرج الماء

المثلج أسفل ملف التبريد .ولا يختلف ملف التسخين كثيراً عن ملف التبريد عدا أن عمق الملف عادة يكون صف واحد أو صفين ولا يحتاج لمجمعات عند المدخل والمخرج كما هو الحال في ملف

التبريد وتوجد عدة أنواع لملفات التسخين وهم ملفات تسخين تعمل بالماء (ضغط منخفض —

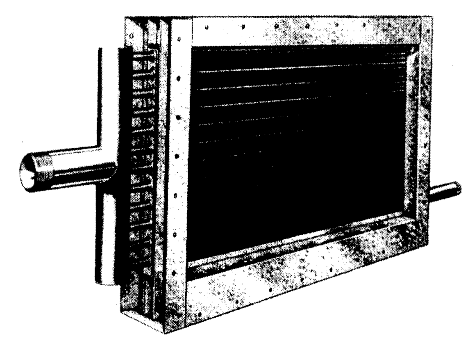


الشكل (٧ — ١٠)

متوسط) ملفات تسخين تعمل بالبخار فمثلاً تكون درجة حرارة الماء الساخن الداخل للملف التسخين (الضغط المنخفض) 82 °C وتكون درجة حرارة خروج الماء مساوية 71 °C . أما درجة حرارة الماء الداخل لملف تسخين الضغط المتوسط يكون 127 °C ودرجة حرارة الماء الخارج تكون 99 °C .

أما ملفات التسخين العاملة بالبخار فتعمل عند ضغط مقاس يتراوح ما بين (0.35 : 14 bar) عند درجات حرارة تتراوح ما بين (108 : 198 °C) وتتراوح سرعة الهواء الذي يمر عبر هذه الملفات ما بين (2.5 : 6.6 m/s) ويصل قطر مواسير ملفات التسخين إلى (25 mm) وعند استخدام ملفات تسخين تعمل بالبخار يجب استخدام مصايد للبخار المتكاثف ويتم التحكم في التدفق سواء في ملفات التسخين العاملة بالماء الساخن أو العاملة بالبخار بواسطة صمامات تحكم وعادة تكون صمامات الماء الساخن بثلاثة سكك 3 Way Valves لعمل ممر بديل .

والشكل (٧ — ١١) يعرض نموذج لملف تسخين من إنتاج شركة York يعمل بالبخار .

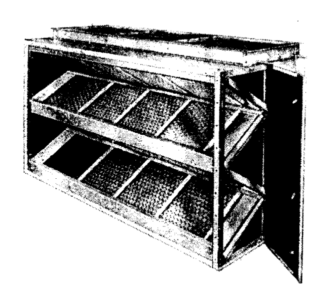


الشكل (٧ ــ ١١)

٧ ــ ٦ قسم الخلط mixing section

يستخدم قسم الخلط في خلط الهواء النقي والهواء الراجع من المنطقة المكيفة ويكـــون مـــزود بدامبرات للتحكم في الحجم وكذلك بشبكات تمنع دخول الطيور والحشرات الطائرة والأتربة لحد ما . وعادة يتم تغيير حجم الهواء النقي تبعاً لدرجة الحرارة الخارجية من أجل تقليـــل متطلبـــات التبريد والتسخين وصولاً لدرجة الحرارة المطلوبة في المنطقة المكيفة .

والشكل (٧ ــ ١٢) يعرض نموذج لقسم خلط ومرشح من إنتاج شركة York .
ويلاحظ أن قسم الخلط مزود بدامبر لدخول الهواء النقي وآخر لدخول الهواء الراجع من المنطقـــة المكيفة ثم بعد ذلك يتم خلط الهواء النقي والهواء الراجع معاً قبل إمراره علي باقي أقسام وحـــدة مناولة الهواء .

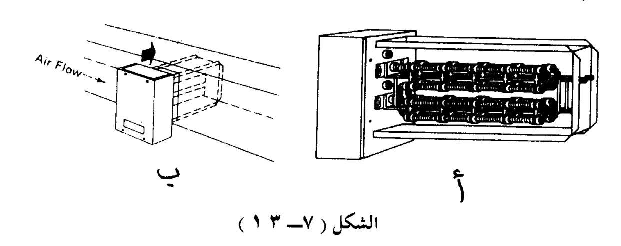


الشكل (٧ ــ ١٢)

٧ ــ ٧ قسم السخان Electric Heater Section

أولاً : قسم السخان : ــ

في أنظمة التكييف المركزية التي لا تحتوى على غلاية ماء ساخن أو بخار يمكن الحصول علـــى الهواء الساخن اللازم باستخدام قسم السخان الكهربي . والشكل (٧ ــ ١٣) يعرض نمـــوذج لقسم سخان كهربي وطريقة وضعه في مجرى الهواء (شركة Gould Inc, Heating element div)



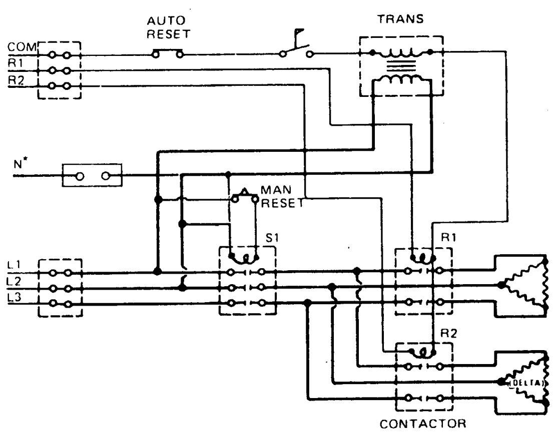
الشكل (٧ــ ١٣)

والشكل (٧ ــ ١٤) يعرض الدائرة الكهربية لقسم سخان من إنتاج شركة الزامل للمكيفات السعودية .

حيث أن : ـــ

محول	TRANS
مفتاح تدفق الهواء	AIR FLOW SW.
ثرموستات	AUTO RESET
مفتاح تحرير يدوي	MAN RESET
قاطع الحماية	S1
كونتاكتورات السخانات	R1,R2
أطراف المصدر الكهربي	L1,L2,L3

وعندما يكون مفتاح24V بتخفيض جهد دائرة التحكم ليصبح TRANSويقـــوم المحـــول مغلق (عندما يكون درجة حرارة الهواء المار على قسم السخانAUTO RESETالثرموسـتات مغلق وذلك عند تدفق الهواءAIR FLOW SWمنخفضة) وعندما يكون مفتاح تـــدفق الهواء وتباعا تغلق أقطابها الرئيسية وتعملR1,R2على قسم السخان فيكتمل مسار تيار الكونتاكتورات السخانات وعند وصول درجة حرارة الثرموستات لدرجة الحرارة المعايـــر عليها الثرموستـــــــات ويمكن فصل التيار الكهربي عن السخانات يدوياR1,R2 ينقطـــع مســـار AUTO RASET الموصل بالتوالي مع ملف التوازي للقاطع الرئيسيMAN RESETبالضغط علـــى الضـــاغط اليدوىS1للسخان مع المصدر الكهربي فينقطع التيار الكهربي عن هذا الملف وتباعا يفصل القاطع



الشكل (٧ ـــ ١٤)

٧ ـــ ٨ قسم الترطيب Humidifier Section

يوجد نوعان من أقسام الترطيب وهما :

١ـــ قسم ترطيب يعمل بالماء .

٢ـــ قسم ترطيب يعمل بالبخار .

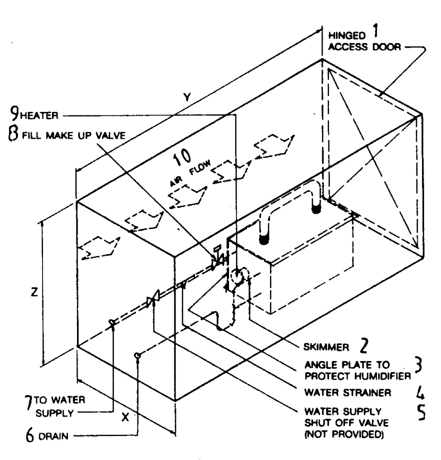
وأقسام الترطيب بالبخار هي الأفضل من الناحية الصحية .

والشكل (٧ ـــ ١٥) يعرض نموذج لقسم ترطيب يعمل بالبخار من إنتاج شـــركة الزامـــل للمكيفات بالسعودية .

حيث أن : ـــ

باب بمفاصل	1
مسار تصريف	2
لوح زاوي لحماية المرطب	3

مصفاة ماء	4
صمام فتح وغلق الماء	5
فتحة تصريف الماء الذي تزيد فيه نسبة الأملاح	6
مدخل الماء العمومي	7
صمام كهربي لملئ المرطب	8
سخان ماء	9
مسارات تدفق الهواء	10



الشكل (٧ ــ ١٥)

وتتكون وحدة الترطيب من : ــ

١ــ غرفة تبخير مصنوعة من الاستنلستيل بغطاء محكم .

٢ــ نظام تحكم في مستوي الماء داخل غرفة التبخير ويتكون من ثلاثة مجسات لمستوي الماء أحدهم لمتابعة المستوي المنخفض ولحماية السخان حيث ينقطع التيار الكهربي عن الســـخان إذا انخفـــض

مستوي الماء عن هذا المجس . والمجس الثاني للمستوي المتوسط ويتحكم في فتح صمام كهربي لدخول الماء فبمجرد انخفاض مستوي الماء عن المجس الثاني يصل التيار الكهربي إلي الصمام .

والمجس الثالث يعمل علي قطع التيار الكهربي عن صمام دخول الماء بمجرد وصول الماء لهذا المستوي .

ويتم التحكم في هذا المرطب الذي يعمل بالبخار بموديول رقمي يعمل كل دورة ملئ لقسم المرطب للتخلص من بعض الماء الذي تزداد فيه نسبة الأملاح وبذلك يمنع ترسب الأملاح علي الجدران الداخلية للمرطب أو علي جدران السخان . ويخرج البخار من ماسورة علي شكل U موضوعة أعلي غرفة الترطيب في مواجهة الهواء الداخل .

الشكل (٧ — ١٦)

والشكل (٧ — ١٦) يبين دائرة التحكم التقليدية في مرطب .

حيث أن : —

مصهر	F1
عوامة المستوي الأول بريشة مفتوحة طبيعيا	S1
عوامة المستوي الثاني بريشة مغلقة طبيعيا	S2
عوامة المستوي الثالث بريشة مغلقة طبيعيا	S3
السخان	H1
صمام دخول الماء	Y1
ريلاي التحكم	R1

عندما يكون مستوي الماء أعلي من مستوي العوامة S1 تغلق ريشة العوامة ويكتمل مسار تيار السخان H1 وعندما يكون مستوي الماء أقل من مستوي العوامة الثانية S2 يكتمل مسار تيار الريلاي R1 ومن ثم يغلق الريلاي ريشته المفتوحة الموجودة بالتوازي مع العوامة S2 ويكتمل مسار تيار الصمام Y1 ويدخل الماء إلي غرفة وحدة الترطيب بالبخار وعند وصول الماء لمستوي

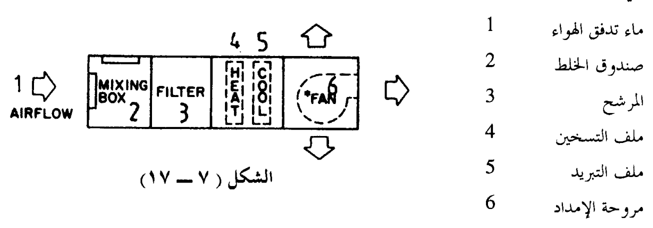
العوامة الثانية يظل مسار صمام الماء مكتمل حتى يصل مستوي الماء إلي مستوي العوامة الثالثة S3 فينقطع مسار التيار عن كلاً من Y1 , R1 ويتوقف دخول الماء لغرفة الترطيب .

٧ ــ ٩ نماذج مختلفة لوحدات مناولة الهواء

تتواجد وحدات مناولة الهواء الجاهزة المجمعة في صوراً مختلفة سنتناول بعض الوحــدات الــتي تنتجها شركة Carrier فالشكل (٧ ــ ١٧) يعرض وحدة مناولة هواء بمروحة إمــــداد ذات سحب أفقي علماً بأن هواء الإمداد يمكن الحصول عليه من أحد الاتجاهات الثلاثة المبينة .

حيث أن : ــ

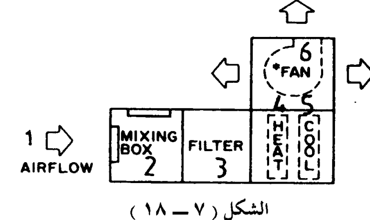
ماء تدفق الهواء	1
صندوق الخلط	2
المرشح	3
ملف التسخين	4
ملف التبريد	5
مروحة الإمداد	6



الشكل (٧ ــ ١٧)

ويستخدم هذا النظام عندما لا يكون هناك مشكلة ما في المكان .

والشكل (٧ ــ ١٨) يعرض وحدة مناولة هواء بمروحة إمداد ذات سحب رأســـي وهـــي تستخدم عندما تكـــــون مســـاحة التركيب غير كافية .



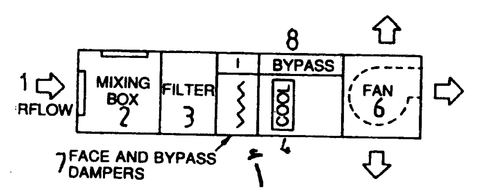
الشكل (٧ ــ ١٨)

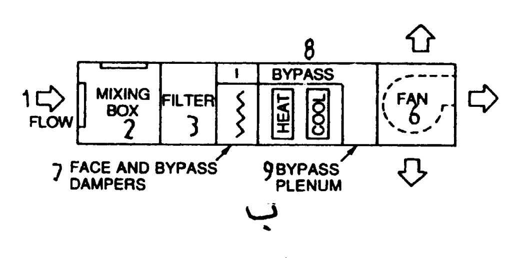
والشكل (٧ ــ ١٩) يعــرض نموذجين لوحــــدة مناولــة هــواء مزودتين بمروحة إمداد ذات ســحب أفقي وكلاهما مزود بقســـم تدفـــق وجهي وممر جانبي حيث تعمل هــذه الوحدة عند حجم ثابت وهذا القسم يعمل علي التحكم في نسبة خلط الهواء المكيف مع الهــــواء الذي يمر في الممر الجانبي والغير مكيف ويمتاز هذا النظام بأنه يعطي تحكم ممتـــاز في الرطوبـــة في الأحمال الجزئية فالشكل(أ) لوحدة مناولة هواء مزودة بملف تسخين وآخر تبريد والشـــكل (ب) لوحدة مناولة هواء مزودة بملف تبريد فقط .

حيث أن : ــ

دامبرات التدفق الوجهي والممر الجانبي	7
مسار بديل	8
غرفة المسار البديل	9

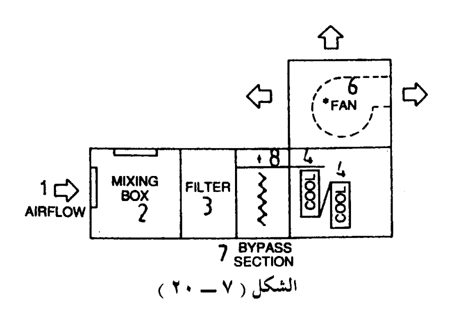
وباقي العناصر لا تختلف عن مثيلتها في الشكل (٧-١٧) .





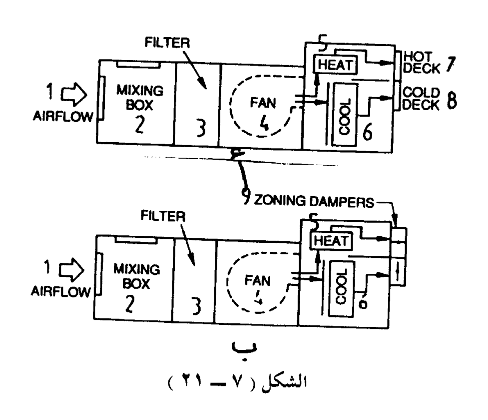
الشكل (٧ ــ ١٩)

والشكل (٧ ــ ٢٠) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء مزودة بمروحة إمداد ذات سـحب رأسي ومزودة بقسم تدفق وجهي وممر جانبي .



الشكل (٧ ــ ٢٠)

والشكل (٧ ــ ٢١) يعرض نموذجين لوحدات مناولة هواء تنفخ الهواء ويوضع ملف التبريد في مقابلة الهواء المندفع من أسفل المروحة حيث يتم التخلص من حرارة المروحة قبل انتقالها إلى المكان المكيف والشكل(أ) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء تنفخ الهواء مستخدمة في نظـام تكييـف مركزي بمجاري مزدوجة ، والشكل(ب) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء تنفخ الهواء مستخدمة في نظام تكييف مركزي متعدد المناطق .



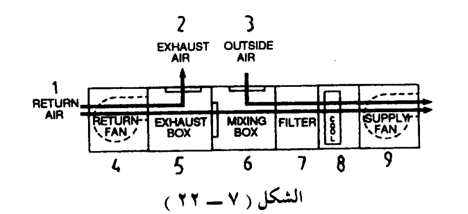
ب

الشكل (٧ — ٢١)

حيث أن : —

اتجاه تدفق الهواء	1	ملف التبريد	6
غرفة الخلط	2	مخرج الهواء الساخن	7
المرشح	3	مخرج الهواء البارد	8
المروحة	4	دامبرات المناطق	9
ملف التسخين	5		

والشكل (٧ — ٢٢) يعرض نموذج لوحدات مناولة هواء أفقية مزودة بمروحة إمداد ومروحة راجع وتستخدم هذه الوحدة في الأنظمة التي يحدث فيها انخفاض شديد في الضغط في مجاري الإرجاع نتيجة لطولها الكبير أو لوجود ثنيات كبيرة بها .



الشكل (٧ ـــ ٢٢)

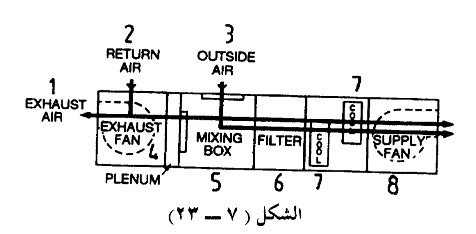
حيث أن : ـــ

هواء الراجع	1	صندوق الخلط	6
هواء العادم	2	المرشح	7
الهواء الجوي	3	ملف التبريد	8
مروحة الهواء الراجع	4	مروحة الإمداد	9
صندوق الهواء العادم	5		

والشكل (٧ ـــ ٢٣) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء أفقية مزودة بمروحة إمداد ومروحـــة عادم وتعتبر مروحة العادم بديل أكثر توفير من مروحة الراجع لأنها تدور فقط عند الحاجة للتخلص من 10% من الهواء الراجع .

حيث أن : ـــ

هواء بارد	1	صندوق الخلط	5
هواء راجع	2	مرشح	6
هواء خارجي	3	ملف تبريد	7
مروحة العادم	4	مروحة إمداد	8

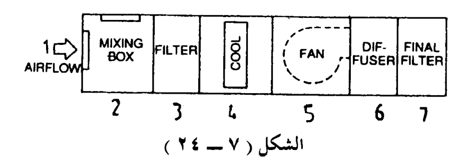


الشكل (٧ ــ ٢٣)

والشكل (٧ ــ ٢٤) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء تنفخ الهواء ومزودة بمرشـــح عـــالي الكفاءة وتستخدم قسم لتفريق الهواء Diffuser وتوزيعه على مرشح عالي الكفاءة .

حيث أن : ــ

مسار تدفق الهواء	1 مروحة	5
صندوق الخلط	2 مفرق	6
مرشح	3 مرشح عالي الكفاءة	7
ملف تبريد	4	



الشكل (٧ ــ ٢٤)

٧ ــ ١٠ الصيانة الوقائية لوحدة مناولة الهواء

مرة في الأسبوع : ــ

١ــ تحقق ما إذا كان هناك أصوات غير عادية تصدر من الأجهزة والمعدات .

٢ــ افحص الترمومترات والمانومترات ومقاييس الضغط لمعرفة ما إذا كانت القراءات غير عادية .

٣ــ تأكد من أن مراوح الإمداد والراجع تدور في الاتجاه الصحيح .

مرة واحدة في الشهر : ــ

١ــ تحقق من أن سيور مراوح الإمداد والراجع مسدودة وأن السيور جيدة .

٢ــ افحص فلاتر الهواء ونظفها أو استبدلها إذا اقتضى الأمر .

٣ــ افحص نظام الماء المثلج للتحقق من عدم وجود تسريب .

كل ثلاثة شهور : ـــ

١ـــ زيت كراسي محور المضخة بشحم بترولي رقم 2 ذو أساس معدني أو من الليثيوم أثناء تشغيل المضخة .

٢ـــ زيت كراسي محور المروحة أثناء تشغيلها حتى تظهر كربة صغيرة من الشحم عند السدادة .

٣ـــ تحقق من تزييت جميع المحركات وزيتها عند اللزوم وفقا للتعليمات المبينــــة علــــي لوحــــات المحركات .

٤ـــ افحص ملفات التبريد والتسخين للوحدة ونظف الزعانف بالماء أو الهواء المضغوط .

كل ستة شهور : ـــ

١ـــ زيت جميع الأجزاء المتحركة من الدامبرات المزودة بمحرك ، ولا تزيت محركات الدامــــبرات لأنها بطبيعتها لا تحتاج لصيانة .

٢ـــ زيت جميع الأجزاء المتحركة في صمامات تصريف الضغط الزائد .

٣ـــ افحص تشغيل جميع الصمامات في نظام الماء البارد للتأكد من سلامتها .

٤ـــ نظف مرشحات سحب المضخات .

كل سنة : ـــ

١ـــ افحص أغلفة وملحقات الأجهزة والمعدات لمعرفة ما إذا كان الدهان قد تلف أو تآكل فـــإذا كان كذلك نظف أو ادهن بدهان جيد من كرومات الزنك المقاوم للصدأ .

٢ـــ نظف طارات وأعمدة دوران المراوح في وحدات مناولة الهواء وذلك وفي حالة وجود صــــدأ قم بإزالته بقطعة قماش صنفرة وادهن عمود الدوران بدهان مقاوم للصدأ رقم 344 أو ما يعادله.

٣ـــ افحص أحواض تصريف الماء في وحدات مناولة الهواء للتحقق من عدم وجود تســــربات أو مواد غريبة أخري .

٤ـــ افحص خطوط تصريف الماء المتكاثف في وحدات مناولة الهواء وأجري الإصلاحات اللازمة.

٥ـــ افحص لوحات التحكم الكهربية وشد أي توصيله مرتخية علما بأن تغير لون الأسلاك يــــدل علي ارتفاع درجة حرارة الأسلاك نتيجة لتوصيله مرتخية .

٦ـــ نظف عناصر لوحات التحكم من الأتربة ونظف نقاط تلامس الكونتاكتور بمــــادة الفــــرون Feron .

٧ ـــ ١١ أعطال وحدات مناولة الهواء

الجدول (٧ ـــ ٣) يعرض أهم أعطال وحدات مناولة الهواء وأسبابها المحتملة وطرق علاجها .

الجدول (٧ ـ ٣)

المشكلة	الأسباب	العلاج
١ـ تدور مروحة المبخـــر ولا يوجد تبريد ولا تسخين .	١ـ فتح أحد عناصر التحكـم أو الحماية . ٢ـ مشكلة في التوصيـــلات الكهربية . ٣ـ مشكلة في تدفـــق المـــاء المثلج أو الساخن .	١ـ افحص وحرر أو استبدل إن لزم الأمر . ٢ـ راجـــع التوصيـــــلات الكهربية وصحح التوصيـــلات إن لزم الأمر. ٣- ابحث عن سبب المشـــكلة وعالجها .
٢ـ تدور مروحة المبخـــر ولا يوجد تبريد أو تسخين كاف .	١ـ إعاقة في مسارات الهواء . ٢ـ مشكلة في مروحة المبخـر أو في محرك المروحة .	١ـ اعمـــل الـــلازم لإزالـــة الانســـدادات في جريــــلات الإمداد أو في مرشحات الهـواء أو في ملف التبريد أو التسخين ٢ـ افحص المروحة ومحـــرك المروحة وعناصر نقل الحركة (السيور والبكرات)واستبدل التالف .
ضوضاء شديدة	١ـ اهـــتزاز المواســـــير واحتكاكها معا . ٢ـ ريش مروحـــة الإمـــداد تحتك بجسم المروحة . ٣ـ مشكلة بعنـــاصر نقـــل الحركة للمروحة . ٤ـ المروحة غير متزنة . ٥ـ تآكل ركائز منع الاهتزاز	١ـ عدل أوضاع المواســـير وثبتها جيدا لمنع احتكاكها معا ٢ـ أعد ضبط المروحة لمنـــع احتكاك بجسم المروحة . ٣ـ افحص تـــآكل الســـيور وشد الســــيور واســتقامتها وافحـــص كرأســـي المحـــور وبكرات نقل الحركة . ٤ـ أعد اتزان المروحة . ٥ـ أعد اتزان المروحة

المشكلة	الأسباب	العلاج
تابع ضوضاء شديدة	أو تلفها . ٦ــ تركيب خاطئ لوحـــدة مناولة الهواء	واستبدل اللازم . ٦ــ عدل تركيـــب وحـــدة مناولة الهواء .
تبريد زائد	١ــ ضبـــط غـــير صحيـــح للثرموستات . ٢ــ تدفق زائد للماء المثلج .	١ــ أعد ضبط الثرموســـتات واستبدل الثرموستات إذا كان تالفا . ٢ــ افحص عناصر التحكم في تدفق الماء المثلج واضبطـــها أو استبدلها إن لزم الأمر .
تسخين غير كافي أو لا يوجـــد تسخين (باســـتخدام ســـخان كهربي)	١ــ نظام تحكـــم لا يعمـــل بصورة صحيحة . ٢ــ ثرموستات غير موضـــوع علـــي وضـــع تســـخين أو ثرموستات تالف . ٣ــ إعاقة في تدفق الهواء عـــبر ملف التسخين . ٤ــ تلف عنصر التسخين. ٥ــ خطـــأ في التوصيـــلات الكهربية .	١ــ افحص نظـــام التحكـــم واعمل اللازم . ٢ــ ضع الثرموستات علـــي وضـــع تســـخين واختـــبر الثرموستات أو بدله . ٣ــ افحص مرشـــح الهـــواء وملف التسخين وجريـــلات الإمداد وجريـــلات الراجـــع وتأكد من عـــدم وجـــود أي عوائق . ٤ــ افحص عنصر الانصـــهار الحراري وثرموستات الســـخان وعنصر التســـخين واســـتبدل التالف . ٥ــ طـــابق التوصيـــلات الكهربية مع الدائرة الكهربيـــة واعمل اللازم .

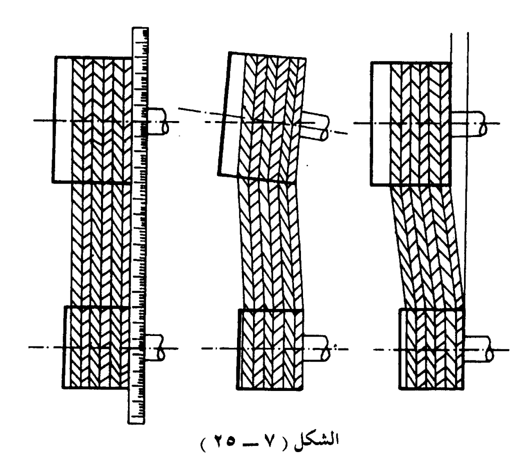
المشكلة	الأسباب	العلاج
	٦ــ مروحة الإمداد ومحــــرك المروحة أو عناصر نقل الحركة تالفة .	٦- تأكد ن أن مروحة الإمداد تدور بحرية وافحص شد السير وبكرات المروحـــــة ومحــرك المروحة واستبدل اللازم .
تبريد غير كافي	١ــ وصول كمية غير كافيــة من الماء المثلج لملف التبريد .	١ــ اضبط معايرة وتشـــغيل عناصر التحكم في تدفق المـــاء المثلج .
	٢ــ إعاقة للهواء المتدفق علــي ملف التبريد .	٢ــ نظف مرشح الهواء وملف التبريد وتأكد من أن المروحــة تعمل بصورة مرضية وأن شد سير المروحة جيد وتأكد مــن استقامة بكرة المروحة وبكـــرة المحرك .
	٣ــ حمل حراري كبير .	٣ــ تأكد من عـــدم وجـــود أبواب أو نوافذ مفتوحة .
	٤ــ وجود تكلسات في مواسير نظام الماء المثلج .	٤ــ افحص فقد الضغـــط في ملف التبريد ومثلج الماء فـــإذا كان كبيرا أزل هذه التكلسات بأحد المزيلات الكيميائيـــة ثم استخدم بعد ذلك أحد موانـــع التكلس .
زيادة التسخين	١ــ معـــايرة غـــير مناســـبة للثرموســـتات أو تلـــف الثرموستات .	١ــ أعد ضبط الثرموستات أو بدل الثرموستات .
	٢ــ تلف أحد عناصر التحكم	٢ــ افحص عناصر التحكـــم واستبدل التالف .

٧ ــ ١٢ ضبط المحورية Alignment

٧ ــ ١٢ ــ ١ ضبط المحورية عند الإدارة بالسيور Vee Belts Drives

تعد أسهل الطرق المستخدمة في ضبط المحورية بين طارة المحرك وطارة المروحة أو المضخة أو الضاغط هو استخدام مسطرة مستقيمة أو أي سطح مستقيم كما بالشكل (٧ ــ ٢٥) وهذه الطريقة تضمن توازي محاور كلا من طارة المحرك وطارة الحمل .

فالشكل(أ)يبين حالة وجود إزاحة بين الطارتين في حين توازي محاور الطارتين وفي الشكل (ب)يبين حالة عدم توازي محاور الطارتين والشكل (ج)يبين الوضع الأمثل لضبط المحورية .



الشكل (٧ ــ ٢٥)

وفيما يلي خطوات ضبط المحورية : ــ

١ــ نظف وزيت كلا من عمود المحرك وعمود الحمل (مروحة ــ ضاغط ــ مضخة) وكذلك الطارات بور بقماش صنفرة .

٢ــ ثبت الطارات علي الأعمدة باستخدام خوابير التثبيت Keys مع تحقيق المعادلة التالية : ــ

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

حيث أن : ــ

قطر طارة المحرك D1 سرعة المحرك باللفة / دقيقة N1

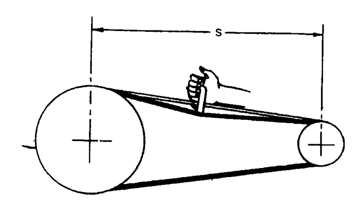
قطر طارة الحمل D2 سرعة الحمل المطلوبة N2

٣ــ حرك المحرك على قاعدة حتى يقترب من الحمل ثم ركب السيور على الطارات ثم أعد المحرك لوضعه الطبيعي وصولا للشد المطلوب .

٤ــ حاول ضبط المحورية باستخدام مسطرة مستقيمة كما بالشكل (٧ ــ ٢٥) .

٥ــ ضع شبكة حماية علي كلا من الطارتين بشرط لا تقل المسافة بين الشبكة والطارات والسيور عن 4 Cm .

وعادة يمكن استخدام جهاز اختبار الشد كما بالشكل (٧ ــ ٢٦) فيكون الانحراف D مساويا 0.016 mm لكل متر طول للمسافة S بين الطارتين وتتراوح قوة دفع السير في المنتصف ما بين (41 : 82 kpa) أي (0.11 : 0.82 bar) .



الشكل (٧ ــ ٢٦)

٧ ــ ١٢ ــ ٢ ضبط المحورية عند الإدارة المباشرة Direct Couplings

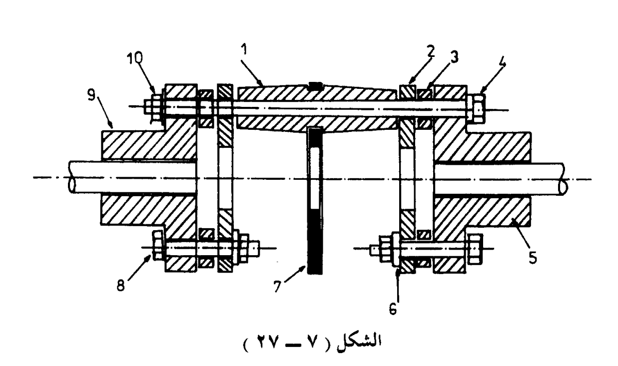
في بعض الأحيان يتم نقل الحركة من المحرك إلي الحمل (ضاغط ــ مروحة ــ مضخة) بواسطة وحدة ربط مباشرة Coupling . والشكل (٧ ــ ٢٧) يعرض قطاع في وحدة ربط مباشرة

حيث أن : ــ

جلبة تمديد مسافة	1	وردة	6
حلقة مصنوعة من رقائق من الصلب	2	حلقة مركزية	7
وردة	3	مسمار قصير	8

مسمار طويل   4 فلانجة   9

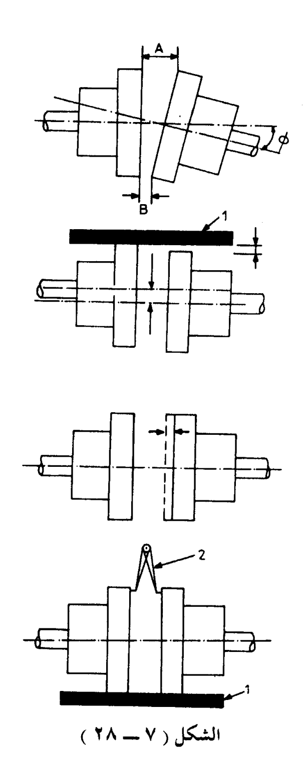
فلانجة   5 صامولة ووردة زنق   10



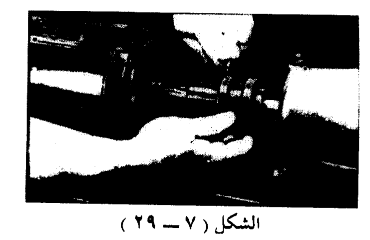
الشكل (٧ ـــ ٢٧)

ويلاحظ أن وحدة الربط المباشرة تتكون من فلانجتين أحدهما مثبتة علي عمود المحرك والأخرى مثبتة علي عمود الحمل ويتم الربط بينهما بواسطة مجموعة من المسامير الطويلة والقصيرة .

وأسهل الطرق لضبط محورية بين فلانجتي وحدة الربط المباشر هو استخدام مسطرة مستقيمة مع فرجال كما بالشكل (٧ ـــ ٢٨) .ففي الشكل (أ) يبين حالة عدم انضباط المحورية نتيجة لإزاحة زاوية بين الفلانجتين حيث أن $B > A$ والشكل (ب) يبين حالة عدم انضباط للمحورية نتيجة لإزاحة رأسية بين محوري الفلانجتين ، والشكل (ج) يبين حاله عدم انضباط للمحورية نتيجة لإزاحة أفقية بين الفلانجتين بالرغم من تطابق محوريها ، والشكل (د) يبين حاله انضباط المحورية المثلي وكيفية تحديد ذلك باستخدام مسطرة مستقيمة 1 وفرجال 2 للتأكد من تساوي المسافة بين الفلانجتين عند أي موضع . والشكل (٧ ـــ ٢٩) يبين طريقة ضبط محورية وحدة ربط مباشر لمضخة ماء .



الشكل (٧ ـــ ٢٨)



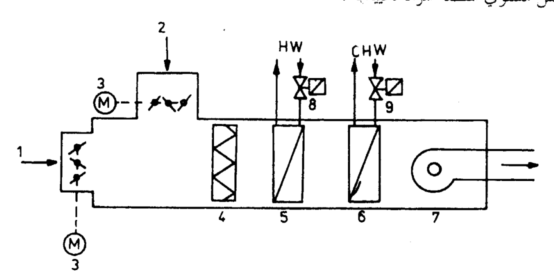
الشكل (٧ ـــ ٢٩)

الباب الثامن
أنظمة التكييف المركزية

وحدات مناولة الهواء AHU

٨ ــ ١ أنظمة التكييف ذات مجري الهواء الواحدة

تستخدم هذه الأنظمة لتكييف منطقة واحدة فقط Single Zone والشكل (٨ ــ ١) يبين الأجزاء الأساسية لوحدة مناولة الهواء لهذا النظام والتي توضع إما أسفل المنطقة المراد تكييفها مثل البدروم أو أعلي المنطقة المراد تكييفها مثل فوق السطح أو توضع في غرفة الخدمة الميكانيكية في نفس مستوي المنطقة المراد تكييفها .



الشكل (٨ ــ١)

حيث أن : ــ

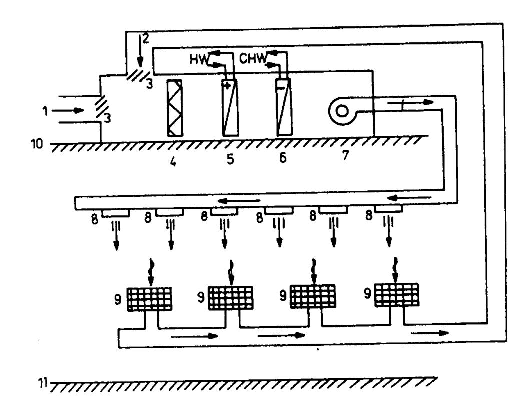
1 الهواء الجوي النقي
2 الهواء الراجع من المنطقة المكيفة
3 محرك دامبر الهواء
4 المرشح
5 ملف التسخين
6 ملف التبريد
7 مروحة الإمداد
8 صمام كهربي للتحكم في الماء الساخن HW
9 صمام كهربي للتحكم في الماء المثلج CHW

حيث يتم خلط نسب مختلفة من الهواء الجوي النقي مع الهواء الراجع من المنطقة المكيفة للوصول لأفضل كفاءة ممكنة ويعتمد ذلك علي درجة الحرارة الخارجية ويتحكم في دامبرات الهواء الجوي والهواء الراجع محركات M وبعد إتمام عملية الخلط يتم ترشيح هذا الهواء بواسطة مرشح ثم تسخين هذا الهواء بواسطة ملف تسخين والذي يعمل كمبادل حراري لنقل الحرارة من الماء الساخن الداخل لهذا الملف والقادم من غلاية الماء الساخن إلي ناتج الخلط ويتحكم في معدل تدفق

الماء الساخن الصمام الكهربي 8 وبالمثل يمكن تخفيض درجة حرارة ناتج الخلط بواسطة ملف تبريد والذي يعمل كمبادل حراري لنقل الحرارة من الماء المثلج القادم من وحدة تثليج الماء Water chiller إلي الهواء ويتحكم في معدل تدفق الماء المثلج في هذا الملف الصمام الكهربي 9 علماً بأنه في أي لحظة فإن أحد الملفين يكون في حالة تشغيل والآخر في حالة فصل ويعتمد ذلك علي الفصل من العام (شتاء ـــ صيف) ، وتقوم مروحة الإمداد 7 بدفع الهواء المخلوط والمكيف في قنوات وصولاً لجريلات التوزيع المنتشرة في المنطقة المكيفة ،والشكل (٨ ـــ ٢) يبين طريقة توزيع الهواء المكيف داخل المنطقة المكيفة والموجودة أسفل وحدة مناولة الهواء المركزية .

حيث أن : ـــ

الهواء الجوي النقي	1	مروحة إمداد	7
الهواء الراجع	2	جريلات الإمداد	8
دامبرات	3	جريلات الراجع	9
مرشح	4	السطح	10
ملف التسخين	5	المنطقة المكيفة	11
ملف تبريد	6		



الشكل (٨ ـــ ٢)

٨ ــ ٢ أنظمة التكييف المتعددة المناطق Multi Zone Systems

استحدثت أنظمة التكييف المتعددة المناطق للتغلب علي مشكلة أنظمة تكييف المنطقة الواحدة إذ أصبح من المكن تكييف مجموعة من المناطق لكلا منهم متطلبات تبريد وتسخين مختلفة والجدير بالذكر أن أنظمة التكييف المتعددة المناطق تتيح الفرصة لتغذية كل منطقة بمجري هواء واحدة تماما مثل أنظمة التكييف ذات مجري الهواء الواحدة عدا أن عملية إعداد الهواء المكيف تتم في وحدة مناولة الهواء لكل منطقة على حدة .

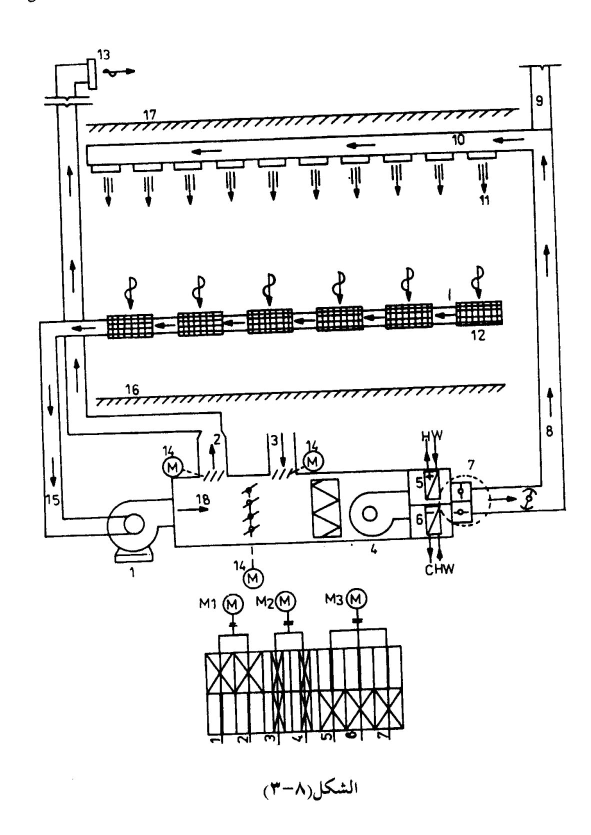
والشكل (٨ ــ ٣) يبين كيفية توزيع الهواء المكيف في أنظمة التكييف المتعددة المناطق (الشكل أ) وكذلك قطاع في صندوق الخلط للمناطق ZD يبين أوضاع المقاطع المختلفة لصندوق خلط المناطق .

حيث أن : ــ

1	مروحة الراجع	12	جريلات الراجع
2	مجري العادم	13	مخرج الهواء العادم
3	الهواء الجوي	14	محركات الدامبرات
4	مروحة الإمداد	15	مجري الهواء الراجع
5	ملف التسخين	16	المنطقة الأولي
6	ملف التبريد	17	المنطقة الثانية
7	صندوق دامبرات المناطق	18	الهواء الراجع
8	مجري الإمداد للمنطقة الأولي	M1 : M3	محركات دامبرات المناطق الثلاثة
9	مجري الإمداد للمنطقة الثانية	HW	الماء الساخن
10	مجري التوزيع للمنطقة الأولي	CHW	الماء المثلج
11	جريلات الإمداد		

علما بأن تقسيم مقاطع صندوق الخلط علي المناطق يعتمد علي الحمل الحراري لكل منطقة عند الحمل الكامل فإذا كان سعة المنطقة الأولي تساوي % 28.5 من سعة النظام عند الحمل الكــامل وسعة المنطقة الثانية تساوي % 28.5 من سعة النظام عند الحمل الكامل في حين أن سعة المنطقة الثالثة تساوي % 43 من سعة النظام عند الحمل الكامل فإنه يمكن تخصيص مقطعــين للمنطقــة الأولي ويتم التحكم في دامبرات المقطعين بواسطة المحرك M1 الذي يتم التحكم فيه .

بثرموستات المنطقة الأولي وكذلك يخصص مقطعين للمنطقة الثانية والتحكم في دامبرات المقطعـين بواسطة المحرك M2 والذي يتم التحكم فيه بثرموستات المنطـقة الثانية وكذلك يخصـص ثلاثة



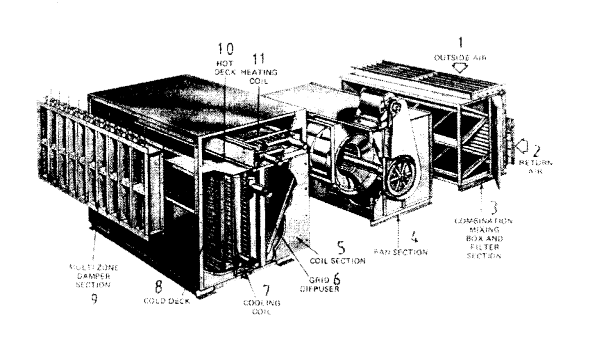
الشكل(٨-٣)

مقاطع للمنطقة الثالثة ويتم التحكم في دامبرات هذه المقاطع بواسطة المحرك M3 والـــذي يتـم التحكم فيه بواسطة ثرموستات المنطقة الثالثة .

وفي الشكل (ب) يلاحظ أن المقطع الأول والثاني يكون مغلق تماماً من جهة الهواء الســاخن HA ومفتوح تماماً من جهة الهواء البارد CA . أما المقطع الثالث والرابع فيكون في وضع خلـط من الهواء البارد CA والهواء الساخن HA أما المقطع الخامس والسادس والسابع يكونوا في وضع غلق تماماً جهة الهواء البارد CA ومفتوح تماماً جهة الهواء الساخن HA وتوصل مجـــري إمـــداد المنطقة الأولى مع المقطع الأول والثاني وتوصل مجري إمداد المنطقة الثانية مع المقطع الثالث والرابـع وتوصل مجري إمداد المنطقة الثالثة مع المقطع الخامس والسادس والسابع .

ويجب الانتباه أنه عند تصميم نظم متعددة المناطق فإنه لا يمكن غلق كل الدامبرات تمامـــاً وأن هناك تسرب في حدود 5% عبر الدامبرات المغلقة تماماً لذلك يجب مراعاة ذلك عند التصميم .

والشكل (٨ ـــ ٤) يعرض نموذج لوحدة مناولة هواء لنظام تكييف مركزي متعدد المنـــاطق من إنتاج شركة York .



حيث أن : ـــ

1	الهواء الجوي	7	ملف التبريد
2	الهواء الراجع	8	مخرج الهواء البارد
3	قسم الخلط والترشيح	9	قسم دامبرات المناطق

قسم مروحة الإمداد بالنفخ	4	مخرج الهواء الساخن	10
قسم ملفات التبريد والتسخين	5	ملف التسخين	11
مفرق	6		

٨ ــ ٣ أنظمة التكييف ذات المجاري المزدوجة Dual duct systems

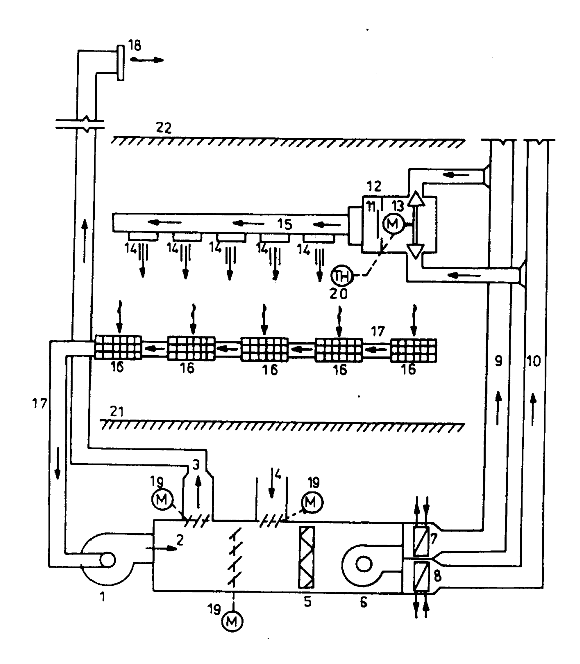
لا تختلف مميزات أنظمة التكييف ذات المجاري المزدوجة عن مميزات أنظمة التكييف المتعـــددة المناطق باستثناء أن عملية خلط الهواء الساخن والبارد يتم في وحدات طرفية بدلاً من وحدة المناولة الرئيسية ، وتمتاز أنظمة التكييف ذات المجاري المزدوجة بأنها قادرة علي خدمة عدد أكبر من المناطق مقارنة بأنظمة التكييف المتعددة المناطق .

حيث يخرج من وحدة مناولة الهواء لنظام المجاري المزدوجة مجرتين هواء إحداهما يمر فيه الهـــواء البارد والأخرى يمر فيها الهواء الساخن وتمدد هذين المجرتين لجميع المناطق المطلوب تكييفها ويوضع عند بداية شبكة التوزيع لكل منطقة وحدة خلط **Mixer** تقوم بخلط نسب مختلفة من الهواء البارد والساخن للوصول لدرجة الحرارة المطلوبة والمعايرة بواسطة ثرموستات المنطقة .

والشكل (٨ ــ ٥) يبين كيفية توزيع الهواء المكيف في أحد المناطق باستخدام نظام تكييـــف ذات مجاري مزدوجة مزود بمروحة إمداد واحدة .

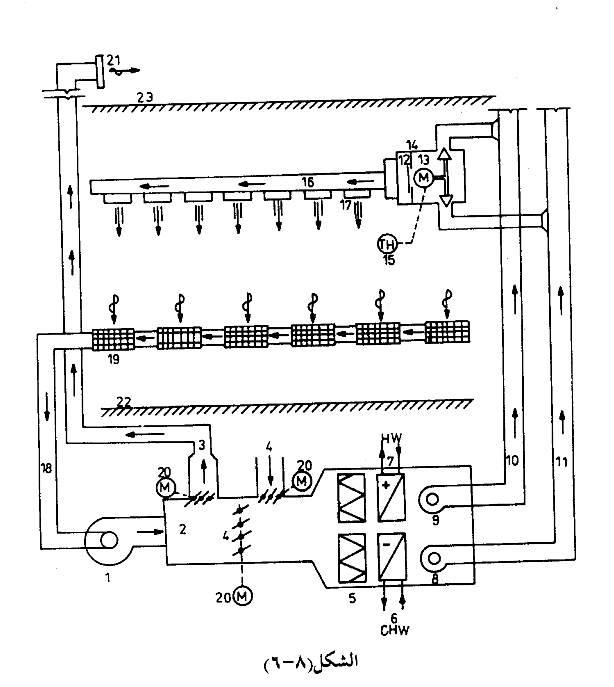
حيث أن : ــ

مروحة الراجع	1	وحدة الخلط للمنطقة	12
الهواء الراجع	2	محرك دامبر الهواء	13
مجري الهواء العادم	3	جريلات الإمداد	14
الهواء الجوي النقي	4	مجري التوزيع للمنطقة	15
المرشح	5	جريلات الراجع	16
مروحة الإمداد	6	مجري الراجع	17
ملف التسخين	7	مخرج الهواء العادم	18
ملف التبريد	8	محركات الدامبرات	19
مجري الهواء الساخن	9	ثرموستات المنطقة	20
مخفض صوت	10	المنطقة الثانية	22



لشكل(٨-٥)

والشكل (٨ — ٦) يبين كيفية توزيع الهواء المكيف في أحد المناطق باستخدام نظام تكييف ذات مجاري مزدوجة مزود بمروحتين إمداد والجدير بالذكر أن استخدام مروحتين يتغلب علي مشكلة انخفاض الضغط في حيز الخلط .



الشكل(٨-٦)

حيث أن :ـــ

مروحة الراجع	1	وحدة الخلط للمنطقة	14
الهواء الراجع	2	ثرموستات المنطقة	15
مجري الهواء العادم	3	مجري توزيع الهواء المكيف للمنطقة	16
الهواء الجوي النقي	4	جريلات إمداد	17
مرشحات	5	مجري الراجع .	18
ملف التبريد	6	جريلات الراجع	19

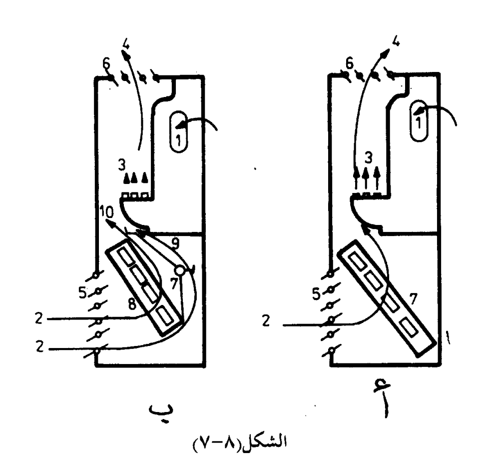
ملف التسخين	7	محركات الدامبرات	20
مروحة إمداد الهواء البارد	8	مخرج الهواء العادم	21
مروحة إمداد الهواء الساخن	9	المنطقة الأولي	22
مجري الهواء الساخن	10	المنطقة الثانية	23
مجري الهواء البارد	11	ماء ساخن	HW
مخفض صوت	12	ماء مثلج	CHW
محرك دامبر غرفة الخلط	13		

٨ ــ ٤ أنظمة التكييف ذات وحدات الحث Induction Unit Systems

تستخدم هذه الأنظمة عادة في تكييف الأماكن التي يحدث فيها تغيير كبير في الكسب الحراري حيث توضع الوحدات الطرفية عادة تحت النوافذ في الغرف وتغذي الوحدات الطرفية من وحدة مناولة الهواء المركزية بالهواء الابتدائي في مجاري هواء عالية السرعة تشغل حيز صغير مقارنة بالمجاري المستخدمة في النظم التقليدية والشكل (٨ ــ ٧) يعرض تصميمين مختلفين للوحدات الطرفية الحثيه فالشكل (أ) لوحدة طرفية حثيه بتدفق كامل عبر المبادل الحراري والشكل (ب) لوحدة طرفية حثية بممر بديل .

حيث أن : ــ

مدخل الهواء الابتدائي القادم من وحدة مناولة الهواء المركزية	1
الهواء الراجع من الغرفة	2
فواني	3
الهواء الخارج للغرفة	4
ريش توجيه الهواء الراجع من الغرفة	5
ريش توجيه الهواء المكيف	6
مبادل حراري	7
محور ارتكاز دامبر تهريب الهواء	8
الهواء المار في المسار البديل	9
الهواء المتولد بالتأثير	10



الشكل(٨-٧)

حيث تدخل كمية من الهواء الابتدائي القادم من وحدة مناولة الهواء المركزية داخل غرفـــة في الوحدة الطرفية الحثية للتقليل من الصوت المصاحب لهذا الهواء ثم يدفع هذا الهواء ذات الضغـــط العالي خلال مجموعة من الفواني فيعمل هذا الهواء ذات السرعة العالية علي حث الهواء الساكن في الغرفة في الدخول إلي الوحدة الطرفية ويصل حجم الهواء الداخل من الغرفة بـــالحث ست مرات قدر حجم الهواء المبدئي.

ويتم التحكم في درجة حرارة الهواء الخارج من الوحدة الطرفية بطريقتين :-

١ــ التحكم في تدفق الماء المثلج (التبريد) أو الماء الساخن (تسخين) المتدفق في المبادل الحراري للوحدة الطرفية تبعا لدرجة الحرارة المعاير عليها ثرموستات الغرفة وذلك في الوحدات الطرفية ذات التدفق الكامل عبر المبادل الحراري والمبينة بالشكل (أ) .

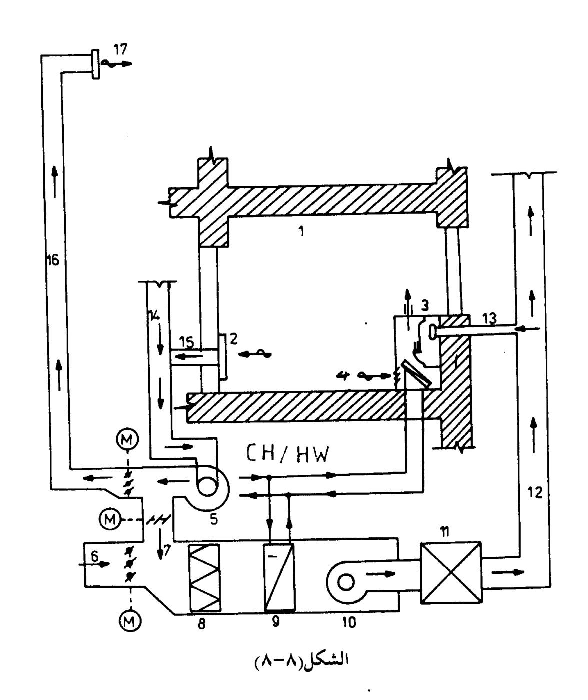
٢ــ التحكم في تدفق الهواء المار علي المبادل الحراري والذي يمر به تدفق ثابت من المـــاء المثلـــج (تبريد) أو الماء الساخن (تسخين) وذلك بعمل ممر بديل وذلك في الوحدات الطرفية ذات الممر البديل والمبينة بالشكل (ب) .

ورغم أن الوحدات الطرفية الحثية ذات الممر الجانبي أكثر تكلفة من مثيلتها ذات التدفق المباشر إلا أنها أفضل من الناحية الاقتصادية إذا دعت الحاجة إلى التحكم في الوحدات الحثية بشكل منفرد إذا أخذت في الاعتبار تكلفة صمامات التحكم في معدل تدفق الماء وكذلك ثرموستات وما يصاحب ذلك من توصيلات كهربية والتي تستخدم مع الوحدات الطرفية ذات التدفق الكامل عبر المبادل الحراري . ويمكن الحصول على نفس النتائج سواء كان التحكم في معدل تدفق الماء (وحدات الحث ذات التدفق المباشر) أو عن طريق الممر الجانبي (وحدات الحث ذات الممر الجانبي).

والشكل (٨ — ٨) يبين طريقة توزيع الهواء المكيف داخل إحدى الغرف باستخدام نظام وحدات الحث .

حيث أن : —

الغرفة المكيفة	1	مروحة الإمداد	10
جريلة الهواء الراجع	2	كاتم الصوت	11
وحدة الحث	3	مجري الإمداد	12
الهواء الراجع لوحدة الحث	4	مجري إمداد وحدة الحث	13
مروحة الراجع	5	مجري الهواء الراجع	14
الهواء الجوي	6	مجري الهواء الراجع من الغرفة	15
الهواء الراجع	7	مجري الهواء العادم	16
مرشح	8	فتحة خروج الهواء العادم	17
ملف التبريد	9	الماء المثلج	CHW
الماء الساخن	HW		



الشكل(٨-٨)

٨ ـــ ٥ أنظمة التكييف ذو الملف والمروحة مع الهواء الابتدائي

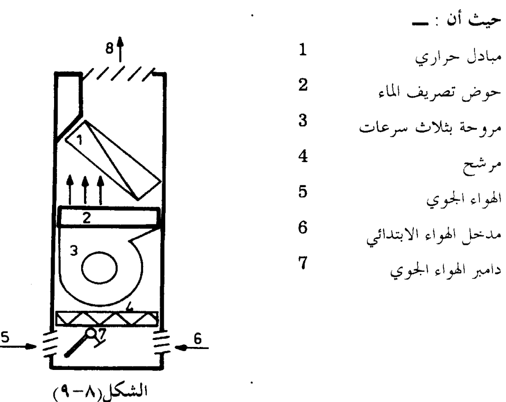
Primary Air- fan Cool system

لا يختلف أنظمة التكييف ذات وحدات الملف والمروحة ذات الهواء الابتدائي عن أنظمة التكييف ذات وحدات الحث حيث يتيح هذا النظام إمكانية التحكم في درجة حرارة الغرفة يدويا أو أتوماتيكيا وتوضع وحدة الملف والمروحة تحت نافذة كل غرفة ويتم إمداد كل الغرف بهواء

ابتدائي من وحدة مناولة الهواء المركزية وتعمل وحدة الملف والمروحة كمصدر ثانوي لتسخين أو تبريد الهواء الموجود بالغرفة . والشكل (٨ ــ ٩) يبين قطاع في وحدة الملف والمروحة .

حيث أن : ــ

مبادل حراري	1
حوض تصريف الماء	2
مروحة بثلاث سرعات	3
مرشح	4
الهواء الجوي	5
مدخل الهواء الابتدائي	6
دامبر الهواء الجوي	7

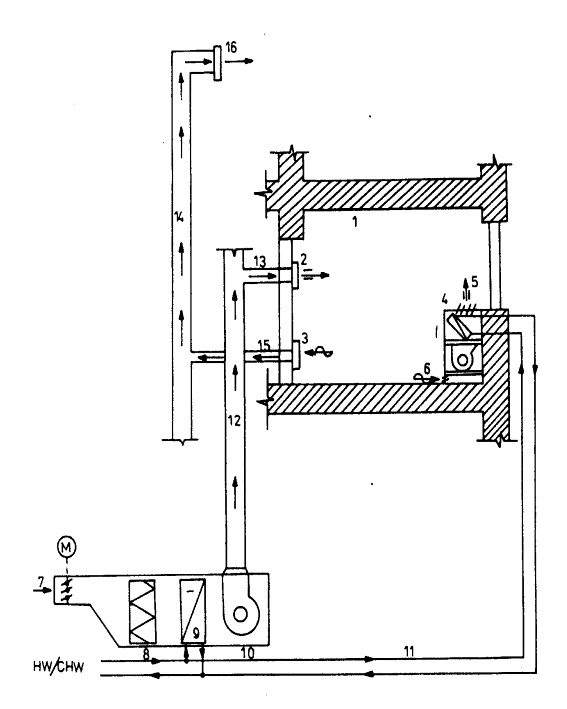


الشكل(٨-٩)

والشكل (٨ ــ ١٠) يبين مخطط توضيحي لنظام التكييف ذو وحدات الملف والمروحة مع الهواء الابتدائي .

حيث أن : ــ

الغرفة	1	مروحة الإمداد	10
جريلة الإمداد بالهواء الابتدائي	2	مواسير الماء المثلج / الماء الساخن	11
جريلة الهواء العادم	3	مجري الهواء الابتدائي	12
وحدة الملف والمروحة	4	مجري إمداد الغرفة	13
الهواء المكيف الخارج من وحدة الملف والمروحة	5	مجري الهواء العادم	14
الهواء الابتدائي	6	مجري الهواء العادم من الغرفة	15
الهواء الجوي	7	فتحة خروج الهواء العادم	16
مرشح	8	ماء ساخن	HW

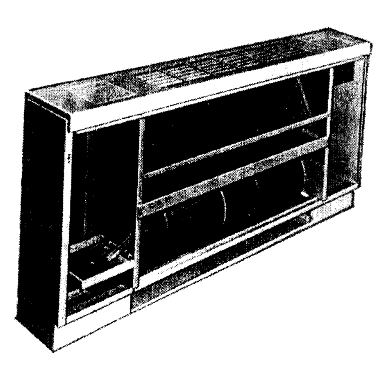


الشكل(٨-١٠)

حيث يتم تغذية هواء الغرفة كاملا من وحدة مناولة الهواء المركزية بدرجة حرارة تتراوح ما بين(10 : 15 °C) ويتم التحكم في درجة حرارة هواء الغرفة بواسطة وحدة الملف والمروحة حيث تعمل المروحة علي سحب الهواء الموجود بالغرفة ثم دفعة إلي (الملف) المبادل الحراري الذي يعمل

علي التسخين في الشتاء والتبريد في الصيف ويتم التحكم في درجة حرارة الغرفة بالتحكم في تدفق الماء البارد / الساخن المار في المبادل الحراري حراريا **Thermostatic Control**،

والشكل (٨ — ١١) يعرض نموذج لوحدة ملف ومروحة من إنتاج شركة **York** .



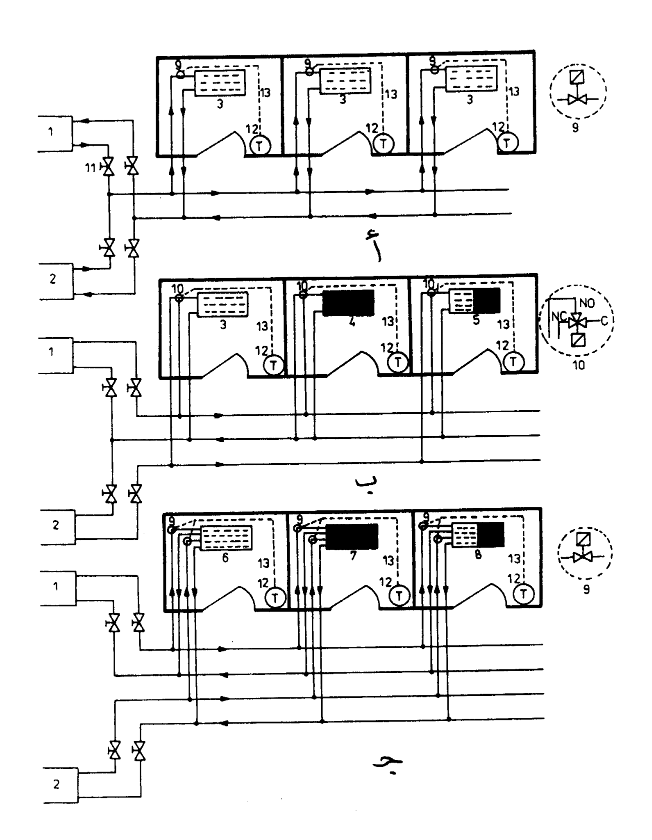
الشكل(٨-١١)

وهناك أنظمة تعمل بملف ومروحة بدون هواء ابتدائي وهذه الأنظمة تكون بدون وحدة مناولة الهواء المركزية .

وهناك ثلاثة أنظمة لتغذية وحدات الملفات والمراوح مبينة بالشكل (٨ — ١٢) وهي كمـــا يلي :

حيث أن : —

1	صمام تحكم في التدفق سكتين	9	مثلج الماء
2	صمام تحكم في التدفق ثلاث سكك	10	الغلاية
3,6	صمامات يدوية	11	وحدة الملف والمروحة (تبريد)
4,7	ثرموستات الغرفة	12	وحدة الملف والمروحة (تسخين)
5,8	موصلات تحكم	13	وحدة الملف والمروحة (تبريد وتسخين)



الشكل(٨-١٢)

١ــ باستخدام نظام الماسورتين 2 Pipe System

حيث تحمل الماسورتين إما الماء المثلج أو الماء الساخن وفي هذا النظام لا يمكن عمـــل تـــبريد وتسخين في وقت واحد بل تحدد نوعية التشغيل فإذا كان تبريد تفتح صمامات مثلج الماء 1 وتغلق صمامات الغلاية 2 كما بالشكل (أ) حيث تكون صمامات مثلج الماء مفتوحة وتعمل وحـدات الملف والمروحة تبريد فقط . وكلما وصلت درجة حرارة الغرفـــة إلي الدرجـــة المعـــاير عليـــها ثرموستات الغرفة 12 ينقطع مسار تيار ملف صمام التحكم 9 فيتوقف تدفق الماء المثلج في وحدة المروحة والملف .

٢ــ باستخدام نظام الثلاثة مواسير 3 Pipe System

حيث يتم تغذية الماء المثلج من ماسورة وتغذية الماء الساخن من ماسورة أخري ويرجع المـــاء المثلج والساخن من ماسورة ثالثة وفي هذا النظام يمكن عمل تبريد وتسخين في آن واحـــد تبعـــا لمتطلبات الغرف ويستخدم في هذا النظام صمامات تحكم ثلاثة سكك فعندما يصل تيـــار لملـــف الصمام يتدفق الماء الساخن عبر الصمام ليصل إلي الملف وعندما ينقطع التيار الكهربي عن ملـــف الصمام يتدفق الماء المثلج عبر الصمام ليصل إلي الملف وهذا مبين بالشكل (ب) .

٣ــ باستخدام نظام الأربعة مواسير 4 Pipe Systems

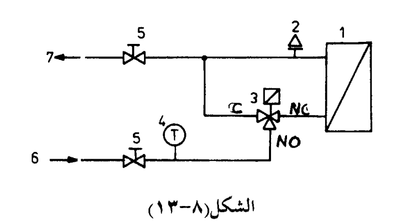
حيث يتم تغذية الماء المثلج من ماسورة وعودته في ماسورة أخري ويتم تغذية الماء الساخن من ماسورة وعودته في ماسورة أخري وفي هذا النظام يمكن الحصول علي تبريد وتسخين فى آن واحد ويستخدم في هذا النظام صمامات تحكم في التدفق بسكتين وهذا مبين بالشكل (ج) .

ملاحظة : ــ

يمكن استخدام صمامات ثلاثية السكك في الأنظمة الثلاثة السابقة .

٨ ــ ٥ ــ ١ أنظمة التحكم في وحدات الملف والمروحة

الشكل (٨ ــ ١٣) يعرض دورة الماء لوحدة مروحة وملف تعمل بنظام الماســـورتين تـــبريد / تسخين .



الشكل(٨-١٣)

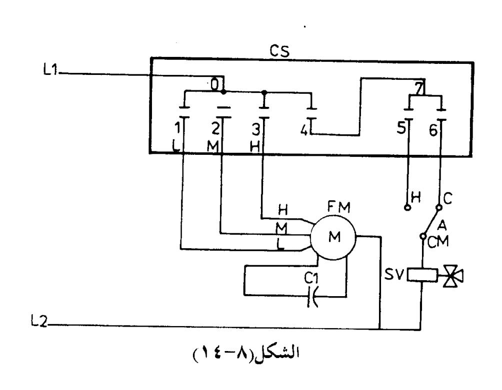
حيث أن : ــ

المبادل الحراري	1	صمام كروي	5
فتحة تنفيس الهواء	2	دخول الماء المثلج / الساخن	6
صمام كهربي ثلاثي السكك	3	خروج الماء المثلج / الساخن	7
ثرموستات الماء	4		

والجدير بالذكر أنه في هذا النظام يتم تشغيل مثلج الماء في فصل الصيف وتشغيل الغلاية في فصل الشتاء والشكل (٨ ــ ١٤) يعرض الدائرة الكهربية لهذه الوحدة .

حيث أن : ــ

مفتاح ثلاث سرعات مع ثرموستات	CS
مكثف دوران المروحة	C1
ثرموستات الماء	A
صمام ثلاث سكك	SV
محرك المروحة	FM



الشكل(٨-١٤)

فعند وضع مفتاح السرعات والترموستات **CS** علي وضع التبريد المنخفض يغلق (**CS / 0 - 1**) ، (**CS / 0 - 4**)، (**CS / 1 - 4**) فيكتمل مسار المروحة **FM** لتدور بالسرعة المنخفضة وحيث أن الماء الداخل علي الوحدة هو ماء مثلج لذلك فإن ترموستات الماء **A** يظل علي وضعه فيكتمل مسار تيار الصمام **SV** فيمر الماء المثلج من **C** إلي **NC** ليمر عبر الملف وبمجرد الوصول لدرجة الحرارة المعاير عليها ترموستات الغرفة تفتح ريشة الترموستات **CS / 7 - 6** فينقطع مسار تيار الصمام **SV** ومن ثم يمر الماء المثلج عبر المسار **C - NO** في الصمام الثلاثي ليعود مرة أخري إلي المثلج بدون المرور بملف التبريد وبنفس الطريقة يمكن التشغيل تبريد متوسط وتبريد عالي وتسخين منخفض وتسخين متوسط وتسخين عالي علما بأنه في الشتاء يتم تشغيل الغلاية فينعكس وضع ترموستات الماء **A** لتغلق الريشة (**A / CM - H**) والجدول (٨ ــ ١) يبن أوضاع مفتاح التشغيل والترموستات .

الجدول (٨-١)

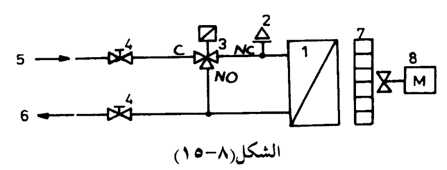
الريش / وضع التشغيل	0 - 1	0 - 2	0 - 3	0 - 4	7 - 5	7 - 6
إيقاف	O	O	O	O	O	O
تبريد ضعيف	X	O	O	X	O	X
تبريد متوسط	O	X	O	X	O	X
تبريد شديد	O	O	X	X	O	X
تسخين ضعيف	X	O	O	X	X	O
تسخين متوسط	O	O	O	X	X	O
تسخين شديد	O	O	O	X	X	O

حيث أن :ـــ

مفتوح O

مغلق X

والشكل (٨ ـــ ١٥) يعرض دورة الماء لوحدة مروحة وملف تعمل بنظام الماسورتين تبريد وتسخين بسخان كهربي .

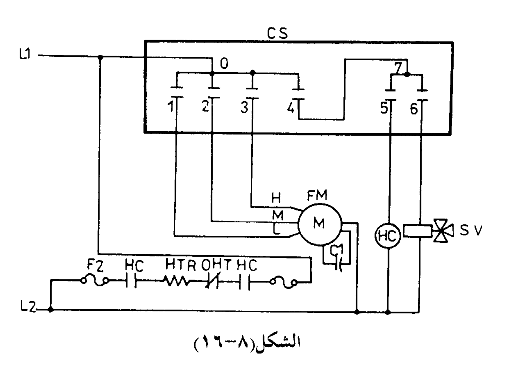


الشكل(٨-١٥)

حيث أن :ـــ

المبادل الحراري	1	دخول الماء المثلج	5
فتحة تنفيس الهواء	2	خروج الماء المثلج	6
صمام كهربي ثلاثي السكك	3	سخان كهربي	7
صمام كروي	4	مروحة	8

والشكل (٨ ــ ١٦) يعرض الدائرة الكهربية لهذه الوحدة .



الشكل(٨-١٦)

حيث أن : ــ

مفتاح ثلاث سرعات مع ثرموستات الغرفة	CS	محرك المروحة	FM
مكثف الدوران	C1	مصهرات	F1 , F2
صمام ثلاث سكك	SV	السخان	HTR
كونتاكتور السخان	HC	ثرموستات السخان	OHT

ولا يختلف جدول الوظيفة للمفتاح **CS** عن جدول الوظيفة للمفتاح **CS** للدائرة الســـابقة والمبين بالجدول (٨ ــ ١) .

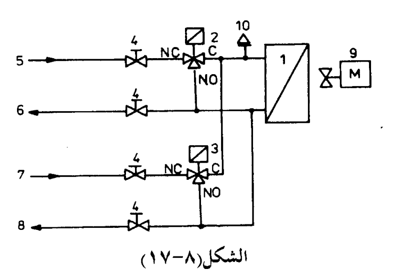
فعند وضع المفتاح **CS** علي وضع تبريد متوسط تغلق الريش **CS / 0 - 2** , **CS / 0 - 4 /** , **CS / 7 - 6** فيكتمل مسار تيار صمام السائل **SV** ويمر الماء المثلج عبر المسار **C - NC** عـــبر ملف المبادل الحراري وتدور المروحة **FM** بالسرعة المنخفضة وبمجرد وصول درجة الغرفة للدرجة المعاير عليها الثرموستات الغرفة **CS** تفتح الريشة **CS / 7 - 6** وينقطع مسار ملف صمام السائل **SV** فيمر الماء المثلج عبر المسار **C - NO** ليعود إلي المثلج بدون المرور بملف المبـــادل الحـــراري وعند وضع المفتاح **CS** علي وضـــع تســـــخين شـــــديد تغـــلق الريش **CS / 0 -** **3,** **CS / 0 - 4** , **S / 7 - 5** فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور **CS** ويغلق أقطابـــه ويكتمـــل مسار تيار السخان **HTR** وفي نفس الوقت يكتمل مسار تيار محرك المروحة **FM** لتدور بالسرعة

العالية وفي حالة انقطاع تدفق الهواء لعطل ما في المروحة فإن ثرموستات السخان OHT يقـــوم بفصل السخان HTR لحمايته .

والشكل (٨ — ١٧) يعرض دورة الماء لوحدة مروحة وملف تعمل بنظام المواسير الأربعة تبريد / تسخين .

حيث أن : —

المبادل الحراري	1
صمام كهربي ثلاثي السكك	2,3
صمامات يدوية	4
دخول وخروج الماء المثلج	5,6
دخول وخروج الماء الساخن	7,8
المروحة	9



الشكل(٨-١٧)

والشكل (٨ — ١٨) يعرض الدائرة الكهربية لهذه الوحدة .

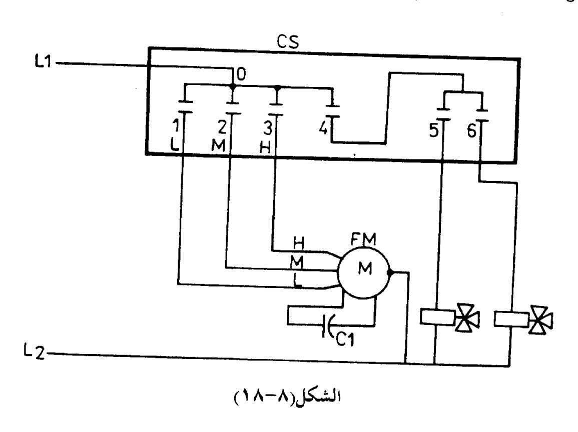
حيث أن : —

مفتاح ثلاث سرعات مع ثرموستات الغرفة	CS
مكثف الدوران	C1
صمام الماء الساخن	SV1
صمام الماء المثلج	SV2
محرك المروحة	FM

ولا يختلف جدول وظيفة مفتاح التحكم والترموستات CS عن المبين بالجدول(٨-١) ففي الوضع الطبيعي يمر الماء المثلج في المسار البديل NO للصمام 3 ويمر الماء الساخن في المسار البديل NO للصمام 4 .

وعند وضع المفتاح CS علي وضع تبريد شديد مثلا فتعمل المروحة FM بالسرعة العالية ويكتمل مسار صمام الماء المثلج SV2 فيمر الماء المثلج عبر الصمام في المسار C – NC لمدخل ملف المبادل الحراري ثم يعود للمثلج .

وعند وضع المفتاح CS علي وضع تسخين شديد مثلا تعمل المروحة FM بالسرعة العالية ويكتمل مسار صمام الماء الساخن SV1 فيمر الماء الساخن عبر الصمام في المسار C – NC ليدخل ملف المبادل الحراري ثم يعود للغلاية .

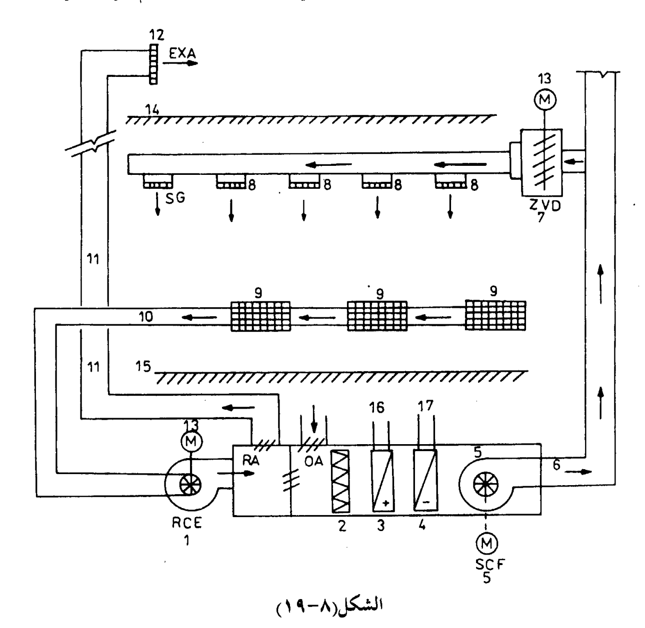


الشكل(٨-١٨)

٨ ــ ٦ أنظمة التكييف ذات حجم الهواء المتغير AVA System

في أنظمة التكييف ذات حجم الهواء المتغير يتم تبريد الهواء في وحدة مناولة الهــواء ثم توزيــع الهواء إلي المناطق المختلفة عن طريق وحدات طرفية لها القدرة علي تغيير كمية الهواء البارد المدفوع إلي المنطقة تبعا للحمل الحراري للمنطقة ويعتبر هذا النظام مثاليا للمباني التي تحتوي علي منــاطق تحتاج لتبريد طوال العام وتكون تكلفة تشغيل المروحة أقل ما يمكن لأن كمية الهواء المجهر يتناسب طرديا مع حمل التبريد الفعلي ويعاب علي هذا النظام صعوبة إمكانية توفير التبريد والتدفئــة في آن واحد .

والشكل (٨ ــ ١٩) يعرض مخطط توضيحي لنظام تكييف ذات حجم الهواء المتغير AVA.



الشكل(٨-١٩)

حيث أن : ـــ

1 مروحة الهواء الراجع بدامبر عند مدخلها
2 مرشح
3 ملف التسخين
4 ملف التبريد
5 مروحة الإمداد بدامبر عند مدخلها
6 مجري الإمداد
7 صندوق التحكم في حجم الهواء المدفوع للمنطقة
8 جريلات الإمداد
9 جريلات الراجع
10 مجري الهواء الراجع
11 مجري الهواء العادم
12 منفذ الهواء العادم
13 محركات الدامبرات
14 المنطقة الثانية
15 المنطقة الأولي
16 ماء ساخن
17 ماء مثلج

الشكل(٨-٢٠)

وفي هذا النظام يتم التحكم في حجم الهواء المدفوع للمنطقة والراجع لوحدة المناولة حيث يجب أن يكون حجم الهواء المدفوع مساويا لحجم الهواء الراجع مضافا إليه حجم الهواء الجوي الداخل علما بأن حجم الهواء الجوي الداخل يجب أن يساوي حجم الهواء العادم كما أن الحجم الأدنى للهواء الراجع يجب ألا يقل عن 10 % من حجم الهواء المدفوع للمناطق ومن أهم فوائد نظام حجم الهواء المتغير أن سعة المعدات المركزية تختار بحيث تكفي حمل المبنى ككل وليس مجموع القيم القصوى لأحمال المناطق المختلفة فمن المعروف أن الأحمال القصوى للمناطق المختلفة لا تحدث في وقت واحد ، والشكل (٨ ــ ٢٠) يعرض نموذج لوحدة طرفية مزودة بنظام التحكم الرئوي المستخدم في التحكم في تدفق الهواء للمنطقة تبعا للحمل ففي الشكل (أ) يكون حجم الهواء المدفوع أقل ما يمكن نتيجة لانتفاخ المنفاخ عند الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة والشكل

(ب) يكون حجم الهواء المدفوع أكبر ما يمكن نتيجة لتقلص المنفاخ لعدم الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة .

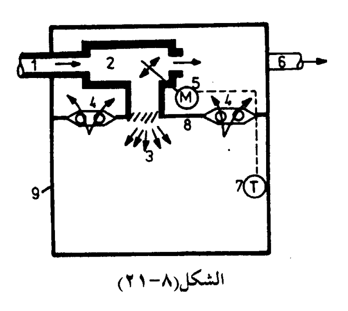
حيث أن : ـــ

مجري الهواء	1	ثرموستات في وضع مغلق عند الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة	4
منفاخ منتفخ	2	ثرموستات في وضع مفتوح عند ارتفاع درجة حرارة الغرفة	5
منفاخ متقلص	3	جريلة إمداد بالهواء المتغير	6

والشكل (٨ ـــ ٢١) يعرض نموذج آخر من الوحدات الطرفيـــــة مـــزودة بممـــر جـــانبي By pass type .

حيث أن :-

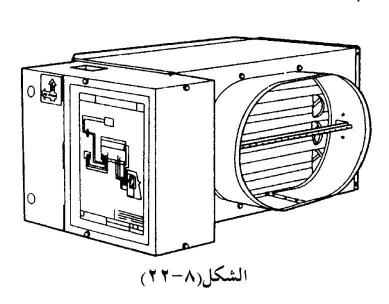
هواء مجهز ثابت الحجم	1
وحدة الإمرار الجانبي	2
هواء الغرفة المتغير الحجم	3
مصابيح فلورسنت مزودة بشبكة تعمل كمنفذ للهواء الراجع	4
بوابة يتم التحكم فيها بمحرك كهربي تبعا لدرجة حرارة الغرفة	5
الهواء الراجع ثابت الحجم	6
ثرموستات	7
الغرفة	8



الشكل(٨-٢١)

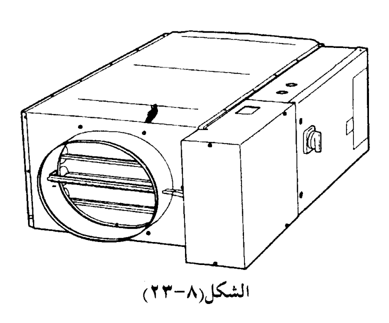
وتستخدم هذه الوحدة الطرفية مع نظام مركزي ثابت الحجم بدفع الهواء الراجع عن الحاجة في الفجوة فوق السقف المعلق وتغذي هذه الوحدة الطرفية من وحدة رئيسية بالرغم من أن هذا يوفر حجم هواء متغير في الغرفة المكيفة إلا أنه لا يوفر في استهلاك الطاقة مثل نظام حجم الهواء المتغــير الحقيقي حيث لا يحدث تخفيض في القدرة المستهلكة لمروحة الإمداد في الحمل الجزئي .

والشـــــكل (٨ ــ ٢٢) يعرض نموذج لوحـــدة طرفيـــة تتحكم في حجم الهواء المدفــوع للمنطقة تعمل بدائرة إلكترونيـــة من إنتاج شركة Carrier .



الشكل(٨-٢٢)

والشـــــكل (٨ ــ ٢٣) يعرض نموذج لوحـــدة طرفيـــة تتحكم في حجم الهواء المدفــوع ومزودة بسخان كهربي للتقليـــل من حدة برودة الهواء المكيـــف ومزودة بدائرة إلكترونية مــــن إنتاج شركة Carrier .

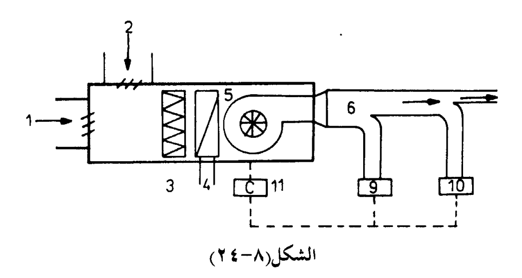


الشكل(٨-٢٣)

وعادة تستخدم أجهزة تحكم في سرعة المراوح تعمل بمبدأ التردد المتغير فكلما قلت الأحمــــال قلت سرعة مراوح الإمداد والعادم وقل بمعدل تدفق الهواء المكيف وكذلك يقل الضغط الإستاتيكي الكلي ، فمن المعروف أنه عند انخفاض الأحمال فإن الوحدات الطرفية ستقوم بتقليل حجم الهــواء المكيف المدفوع للمناطق وتباعا يزداد الضغط الإستاتيكي في مجاري الهواء فيرسل مجس الضغـــط

الإستاتيكي الموضوع في مجاري الهواء إشارة إلي جهاز التحكم في سرعة المراوح فيقوم بتقليل سرعة المراوح وصولا لمستوي الضغط الإستاتيكي المطلوب وهذه الطريقة تسمح بتغيير سرعة المراوح وصولا إلي 40% من السرعة المقننة لها ويصل معدل تدفق الهواء المكيف إلي حوالي 10% من التدفق الأقصى المتاح .

والشكل (٨ ــ ٢٤) يبين كيفية التحكم في سرعة مروحة الإمداد لنظام تكييف يعمل بمبدأ حجم الهواء المتغير بمروحة إمداد فقط .

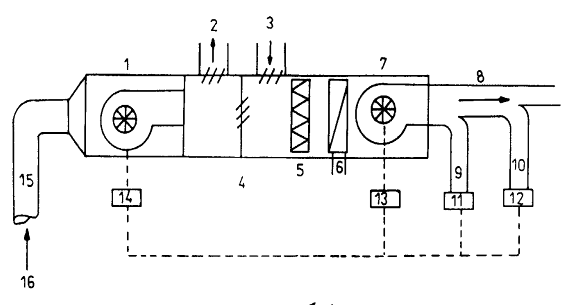


الشكل(٨-٢٤)

حيث أن : ــ

الهواء الجوي	1	المجري الرئيسية للإمداد	6
الهواء الراجع	2	مجري إمداد المنطقة 1	7
المرشح	3	مجري إمداد المنطقة 2	8
ملف التبريد	4	مجسات ضغط استاتيكي	9.10
مروحة الإمداد	5	جهاز التحكم في سرعة مروحة الإمداد	11

والشكل (٨ ــ ٢٥) يبين كيفية التحكم في سرعة مروحة الإمداد ومروحة الراجع لنظام تكييف يعمل بمبدأ تغيير حجم الهواء بمروحة إمداد ومروحة راجع .



الشكل(٨-٢٥)

حيث أن : ــ

مروحة الراجع	1	مجري الإمداد للمنطقة الأولي	9
الهواء العادم	2	مجري الإمداد للمنطقة الثانية	10
الهواء الجوي	3	مجسات ضغط استاتيكي	11.12
غرفة الخلط	4	حاكم سرعة مروحة الإمداد	13
المرشح	5	حاكم سرعة مروحة الراجع	14
ملف التبريد	6	مجري الهواء الراجع	15
مروحة الإمداد	7	الهواء الراجع	16
مجري الإمداد الرئيسية	8		

فعندما تقل الأحمال للمناطق يقل معدل تدفق الهواء المدفوع للمناطق فيزداد الضغط الإستاتيكي ومن ثم ترسل المجسات 11.12 إشارة إلي حاكم سرعة المراوح 13.14 فتقل سرعة المراوح مـــن أجل الوصول إلي الضغط الإستاتيكي في مجاري الإمداد للمناطق للضغط المطلوب .

وفيما يلي أهم خصائص نظام الهواء المتغير الحجم : ــ

١ـــ التحكم في درجات حرارة المناطق المختلفة والتي يمكن أن تكون غرف مختلفة .

٢ـــ يتم تجهيز الهواء عند درجة حرارة منخفضة عند أقل درجة حرارة مطلوبة في المناطق .

٣ـــ يتغير حجم الهواء البارد المتوجه للغرف أتوماتيكيا تبعا لمتطلبات الحمل الحراري .

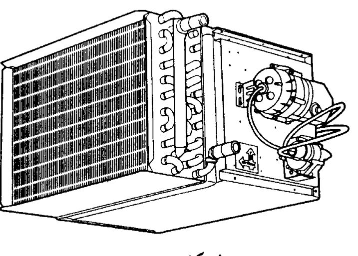
٤ـــ ينحصر استهلاك الطاقة في تشغيل المروحة والطاقة التبريدية اللازمة تبعـــا لحاجـــة الأحمـــال الحرارية .

٥ـــ لا توجد معدات ميكانيكية تحتاج للصيانة باستثناء معدات التحكم .

٦ـــ تقل تكلفة التشغيل والصيانة بسبب مركزية أجهزة التحكم في حجم الهواء .

٧ـــ يمكـــن توفـــير التــــبريد باستعمال الهـــواء الجـــوي دون الحاجة لاستعمال معدات التبريد وذلك في أوقات معينة من السنة

٨ـــ يمكن تحاشي مشـــكلات تحويل النظام من تبريد إلي تدفئـة أو العكس لأن التحكم في نظـام التدفئة يكون مستقل عن نظـــام التبريد وذلك باستخدام نظـــام التحكم في حجم الهواء مع إعادة التسخين حيث تزود الوحدات الطرفية لكل منطقة والتي تتحكم في حجم الهواء البارد المتجه للمنطقة بسخان كهربي يعمل علي تسخين الهواء المتدفـــق للمنطقـــة وأحيانا يستبدل السخان الكهربي بملف تسخين يعمل بالماء الساخن القادم من غلاية .



الشكل(٨-٢٦)

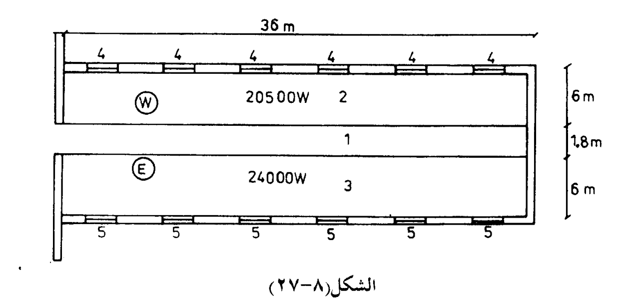
والشكل (٨ ـــ ٢٦) يعرض نموذج لوحدة طرفية تتحكم في الهواء المدفوع للمنطقة ومـزودة بملف تسخين بالماء وتعمل بأجهزة تحكم هوائية **Pneumatic** من إنتاج شركة **Carrier** .

٨ ـــ ٧ مقارنة بين الأنظمة المختلفة للتكييف المركزي .

عند وجود اختلافات بين متطلبات التبريد والتدفئة في أرجاء المبني يلزم الأمر تقسيم المبني لعدة مناطق ولمعرفة مدي الحاجة للتقسيم لعدة مناطق سنأخذ المثال التالي :

مكتب كبير له وجهتين أحدهما شرقية والأخرى غربية كما بالشكل (٨ ـــ ٢٧) .

ويوجد في كل وجهة **30** شخص ويوجد أحمال إضاءة بمعدل **33 w/m^2** فبالحساب يكون الحمل الحراري للمنطقة الشرقية **W** يساوي **20 000 W** ويكون الحمل الحـــراري للمنطقـــة الغربيـــة مساويا **24000 W** فإذا استخدم مكيف مركزي من طـــراز المنطقـــة الواحدة**Single Zone ACV** فإذا وضع الثرموستات في الواجهة الغربية للوصول لدرجة حرارة **22 °C** فقد تصل

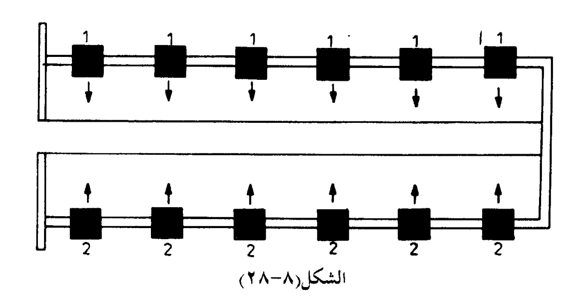


الشكل(٨-٢٧)

درجة الحرارة في الواجهة الشرقية إلي 29 °C عند الساعة 10 صباحا في حين أنه عند وضع الثرموستات في الواجهة الشرقية للوصول الدرجة حرارة 22 °C قد تصل درجة الحرارة في الواجهة الغربية إلي 25 °C عند الساعة 4 بعد الظهر .

وهناك عدة طرق للتغلب علي هذه المشكلة كما يلي : —

١— استخدام مكيفات غرف من نوع النافذة تثبت علي الجدران الخارجية كما بالشكل (٨ — ٢٨) .

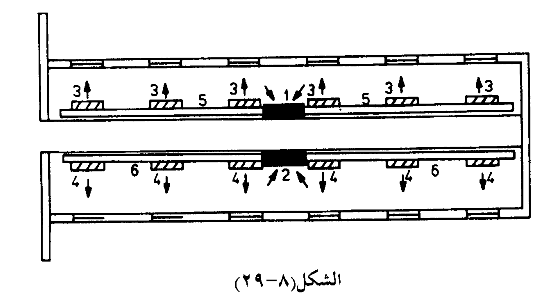


الشكل(٨-٢٨)

وهذا النظام قادر علي الوصول بدرجة حرارة ثابتة كما أنه أرخص في التكلفة المبدئية مع سهولة تغيير أي وحدة قد تتعطل ويعاب عليه أنه يجب اختيار السعة الكلية لهذه المكيفات مساوية

للحمل الحراري الأقصى لكل منطقة كما أنها تصدر صوتا مزعجا وعمر هذه المكيفات المستخدمة أصغر من عمر الوحدات المركزية وهذه المكيفات تعطي صورة غير جيدة للمبنى من الخارج وتكلفة التشغيل لهذه المكيفات تكون عالية لانخفاض كفاءتها .

٢ـــ استخدام وحدات تكييف مركزية مجمعة جاهزة ولكن لن يكون بالإمكان استخدام وحدات النفخ الحر نتيجة لشكل المناطق المطلوب تكييفها ولكن يمكن استخدام مجـــاري هـــواء للتوزيـــع وتخصص وحدة تكييف مجمعة لكل واجهة كما بالشكل (٨ ـــ ٢٩)



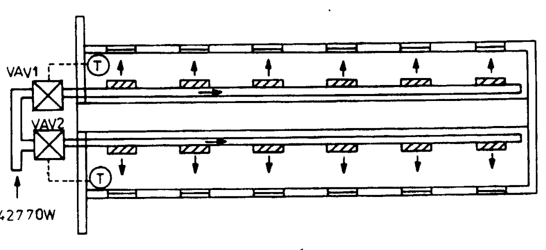
الشكل(٨-٢٩)

حيث أن :-

الوحدة الأولى المخصصة للمنطقة الأولى	1	جريلات إمداد المنطقة الثانية	4
الوحدة الأولى المخصصة للمنطقة الثانية	2	مجارى إمداد المنطقة الأولى	5
جريلات إمداد المنطقة الأولى	3	مجارى إمداد المنطقة الثانية	6

ويمتاز هذا النظام بأنه أفضل من الناحية الجمالية للمبنى وتكلفة التشغيل أقل لارتفاع الكفـــاءة مقارنة بمكيفات الغرف نوع النافذة ولكن يعاب عليه أنه لا يتحسس الرطوبة الشـــــديدة فعنـــد انخفاض الحمل الحراري في يوم تكون الشمس فيه غير مشرقة فإذا قل الحمل الحراري بمقدار 50 % فإن زمن تشغيل الوحدة سيقل هو الآخر بمعدل 50 % إلا أن الحرارة الكامنـــة المكتســـبة مـــن الأشخاص ستبقى كما هي ولن تستطيع الوحدة التخلص إلا من 50 % من هذه الحرارة الكامنـــة الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى زيادة الرطوبة النسبية عن المقرر لها وتزداد الرطوبة النسبية بزيـــادة المنطقة المكيفة

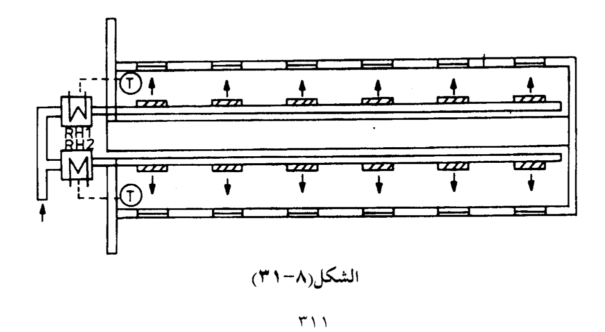
٣ــ استخدام وحدة تكييف مركزية بوحدات طرفية لتغيير حجم الهواء VAV كما بالشكل (٨ ــ ٣٠) .



الشكل(٨-٣٠)

حيث يتم توزيع الهواء تبعا للحمل الحراري المحسوس لكل منطقة وحيث أن نظام التكييف المركزي يعمل بصفة مستمرة لذلك فإن الرطوبة النسبية ستكون ثابتة ولكن يعاب علي هذا النظام سوء التوزيع فإن قل تدفق الهواء بمقدار % 30 لانخفاض الحمل الحراري فإن انخفاض تدفق الهواء المكيف سيؤدي لعدم وصول هواء مكيف للمساحات البعيدة عن جريلات الإمداد . ولضمان الوصول إلي تشغيل اقتصادي يجب ألا ينخفض حجم الهواء عن % 75 عند الأحمال الجزئية .

٤ــ استخدام وحدة تكييف مركزية بوحدات إعادة تسخين Reheat كما بالشكل (٨ــ٣١).

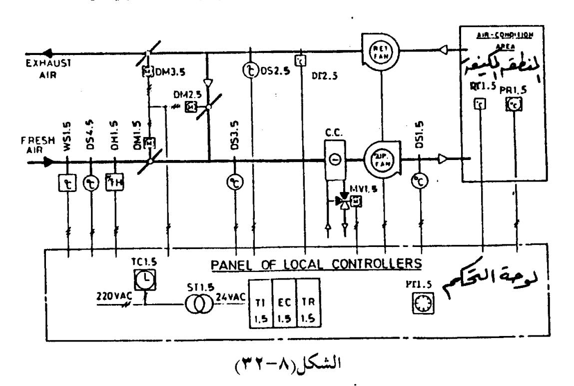


الشكل(٨-٣١)

وهذا النظام يحافظ علي رطوبة نسبية منخفضة وأداء ممتاز عند الأحمال الجزئية المنخفضة ولكــــن يعاب علي هذا النظام أنه مكلف جدا .

٨ ــ ٨ التحكم في الأنظمة المركزية ذات المجري الواحدة

الشكل (٨ ــ ٣٢) يعرض مخطط الوظيفة لأحد الأنظمة المركزية ذات المجري الواحدة .



الشكل(٨-٣٢)

حيث أن : ــ

محس درجة حرارة هواء الإمداد	DS 1.5	حاكم التوفير	EC 1.5
محس درجة حرارة الهواء الراجع	DS 2.5	مبين درجة الحرارة	TI 1.5
محس درجة حرارة الهواء المخلوط	DS 3.5	محس تعويض الشتاء والصيف	WS 1.5
محس درجة حرارة الهواء الخارجي	DS 4.5	مؤقت ساعة	TC 1.5
حاكم درجة الحرارة	TR 1.5	محول خفض 220/24V	ST 1.5
صمام كهربي بثلاثة سكك	MV 1.5	مقاومة متغيرة	PT 1.5
محس الرطوبة للهواء الخارجي	DH 1.5	ثرموستات المنطقة المكيفة	RT 1.5
عنصر ضبط درجة الحرارة في المنطقة المكيفة	PR 1.5	محس الحريق	DT 2.5
ياي تشغيل دامبر يعود بياي	DM1 /2/3.5		

نظرية التشغيل : ــ

١ــ درجة الحرارة : ــ

يقوم مجس درجة الحرارة للهواء الراجع DS 2.5 بقياس درجة حرارة الهواء الراجـــع ويقـــوم حاكم درجة الحرارة TR 1.5 بمقارنة درجة حرارة الهواء الراجع مع درجة الحـــــرارة المطلوبـــة والمعايرة بواسطة PR 1.5 وتبعا للفرق يقوم الحاكم بالتحكم في فتح وغلق صمام الماء MV 1.5 وصولا لدرجة الحرارة المطلوبة .

٢ــ استعادة الطاقة : ــ

يقوم حاكم توفير الطاقة EC 1.5 بمقارنة درجة حرارة الهواء الراجع ودرجة حـــرارة الهـــواء الخارجي والمقاسة بواسطة المجسات DS 2.5 والمجس DS 1.5 بالترتيب وتباعا تقـــوم بإرســـال إشارات إلي حاكم درجة الحرارة TR 15 فيقوم الحاكم TR 1.5 بإرسال إشارات إلى حـــاكم توفير الطاقة EC 1.5 تبعا للحاجة (تبريد أو تسخين) فيقوم حاكم توفير الطاقة بإرسال إشارات للدامبرات DM 1/2/3.5 للوصول إلي التشغيل الاقتصادي .

٣ــ الرطوبة : ــ

يقوم المجس DH 1.5 بقياس النسبية المئوية لرطوبة الهواء الخارجي فإذا تعدت الرطوبة النسبية للهواء الخارجي % 75 يعطي إشارة إلي حاكم توفير الطاقة DC 1.5 لغلق الدامبرات DM 1.5 , DM 3.5 وفتح DM 2.5 .

٤ــ مبينات درجة الحرارة : ــ

يقوم مبين درجة الحرارة ذات الست نقاط بيان درجة حرارة الهواء الخارجي والراجع والمخلوط تبعا للإشارات القادمة من DS 3.5 , DS 1.5 , DS 4.5 .

٥ــ التشغيل والإيقاف الذاتي :ــ

ويتم بواسطة مؤقت الساعة المبرمج TC 1.5 .

٦ــ تعويض الشتاء / الصيف:ــ

يقوم المجس WS 1.5 بتعديل درجة الحرارة المطلوبة في المنطقة المكيفة تبعا لدرجة الحــــــرارة الخارجية بناء علي برنامج مسبق لهذا المجس .

٨ ــ ٩ أنظمة التحكم الحديثة في تكييف عدة مناطق .

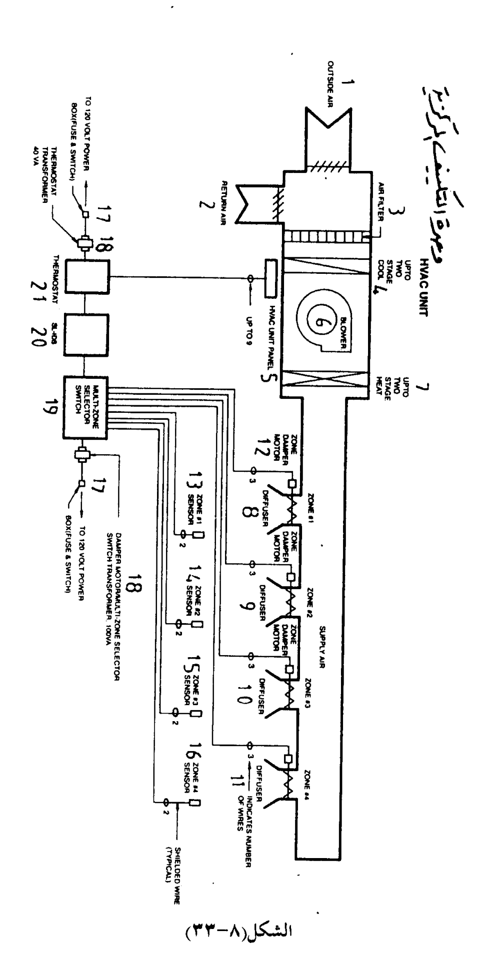
قدمت شركة الزامل بالمملكة العربية السعودية نظامين حديثين للتحكم في تكييف مجموعة من المناطق وهما كما يلي : ــ

١ــ النظام الأول:- ويستخدم في التحكم في نظام تكييف مركزي لمجموعة من الغرف حيث يتيح إمكانية اختيار الغرف المشغولة لتكييفها دون الأخرى وبذلك يمكن توفير الطاقة وفي النظــام يستخدم ثرموستات واحد لمعايرة درجة الحرارة المطلوبة لكل المناطق ويستخدم مجـــس لدرجـــة الحرارة لكل منطقة ويخصص لكل منطقة دامبر يعمل بمحرك يمكن أن يكون في وضع فتح كامل أو غلق كامل تبعا لمتطلبات الحمل للغرفة ، والشكل (٨ ــ ٣٣) يعرض مخطط لهذا النظام.

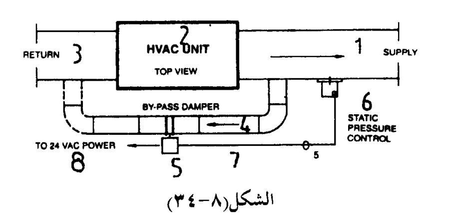
حيث أن : ــ

البيان	الرقم	البيان	الرقم
الهواء الخارجي	1	محركات الدامبرات	12
الهواء الراجع	2	مجس درجة حرارة المنطقة 1	13
مرشح الهواء	3	مجس درجة حرارة المنطقة 2	14
ملف التبريد	4	مجس درجة حرارة المنطقة 3	15
لوحة التحكم في وحدة التكييف المركزية	5	مجس درجة حرارة المنطقة 4	16
مروحة إمداد	6	علبة مصهرات	17
ملف التسخين	7	محول 220 / 24 V	18
دامبر المنطقة الأولي	8	دائرة اختيار المناطق المكيفة	19
دامبر المنطقة الثانية	9	صندوق توصيل	20
دامبر المنطقة الثالثة	10	ثرموستات	21
دامبر المنطقة الرابعة	11		

وتزود دائرة اختيار المناطق المكيفة الإلكترونية بأربعة لمبات بيان وخمسة ضواغط حيث يخصص لكل منطقة لمبة بيان وضواغط تستخدم لاختيار المنطقة ويمكن اختيار أي منطقة بالضغط علـــي الضاغط الخاص بها في هذه الحالة يفتح دامبر هذه المنطقة وتضئ لمبة البيان لهذه المنطقة وهذا النظام لا يسمح بغلق دامبرات جميع المناطق فيجب علي الأقل أن يكون هناك دامبر مفتوح علما بأنــه في حالة عدم تساوي خرج وحدة التكييف المركزية مع متطلبات الغرف من الهواء المكيـــف فـــإن الضغط الاستاتيكي سيزداد لذلك يستخدم مسار بديل لنقل خرج وحدة التكييف المركزية كهواء راجع إلي مدخل الهواء الراجع بالطريقة المبينة بالشكل (٨ــ٣٤) .


HVAC UNIT
OUTSIDE AIR
RETURN AIR
AIR FILTER
BLOWER
HVAC UNIT PANEL
UP TO 9
ZONE DAMPER MOTOR
DIFFUSER
SUPPLY AIR
ZONE #1
ZONE #2
ZONE #3
ZONE #4
ZONE #1 SENSOR
ZONE #2 SENSOR
ZONE #3 SENSOR
ZONE #4 SENSOR
INDICATES NUMBER OF WIRES
SHIELDED WIRE (TYPICAL)
THERMOSTAT
MULTI-ZONE SELECTOR SWITCH
TO 120 VOLT POWER BOX(FUSE & SWITCH)
THERMOSTAT TRANSFORMER 40 VA
DAMPER MOTOR/MULTI-ZONE SELECTOR SWITCH TRANSFORMER

الشكل(٨-٣٣)



الشكل(٨-٣٤)

حيث أن : ــ

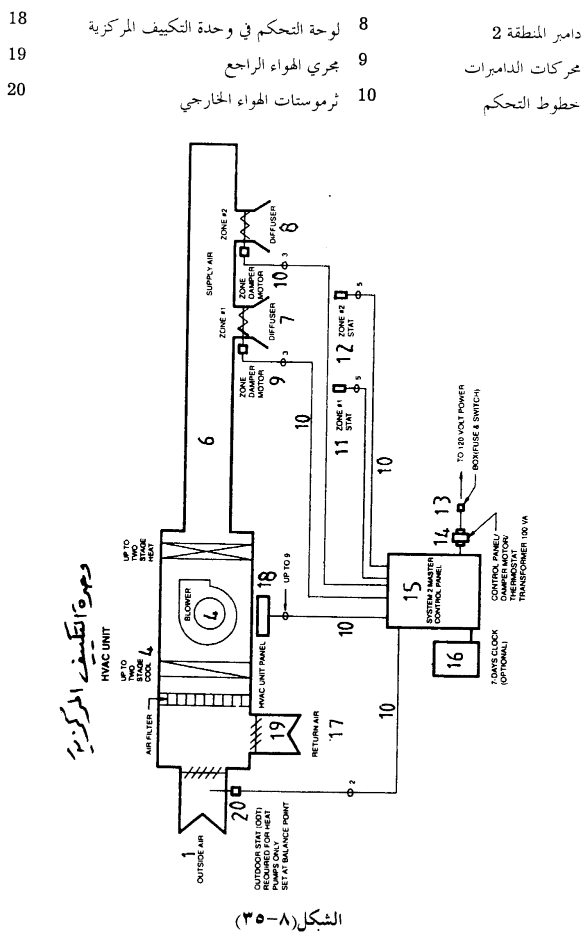
مجري هواء الإمداد	1	دامبر المسار البديل	5
وحدة التكييف المركزية	2	مجس الضغط الإستاتيكي	6
مجري الهواء الراجع	3	موصلات التحكم	7
مجري المسار البديل	4	مصدر قدرة 24 V متردد	8

٢ــ النظام الثاني :-يستخدم في التحكم في نظام تكييف مركزي يعمل علي إمداد ثماني عشر منطقة بالهواء المكيف بارد / ساخن في نفس الوقت ويحتاج هذا النظام إلي ثرموستات مبرمج لكل منطقة ودامبر هواء لكل منطقة وهذا النظام يمكن أن ينتقل أوتوماتيكيا من التسخين إلي التبريد أو العكس تبعا لمتطلبات المناطق كما أن هذا النظام مزود بتأخير زمني عند الانتقال من التسخين إلي التبريد والعكس وكذلك عند الوصل والفصل ويسمي هذا النظام Total Comfort والشكل (٨ ــ ٣٥) يعرض مخطط توضيحي لهذا النظام لإمداد منطقتين بالهواء المكيف .

حيث أن : ــ

الهواء الخارجي	1	ثرموستات المنطقة 1	11
مرشح الهواء	2	ثرموستات المنطقة 2	12
ملف تبريد	3	علبة المصبهرات	13
مروحة الإمداد	4	محول 220 / 24 V	14
ملف التسخين	5	لوحة التحكم الإلكترونية	15
مجري الإمداد	6	ساعة مبرمجة سبعة أيام	16
دامبر المنطقة 1	7	الهواء الراجع	17

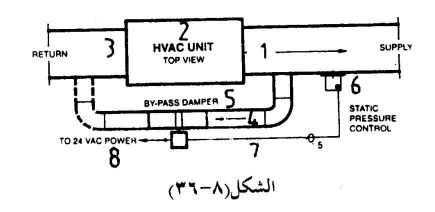
دامبر المنطقة 2	8	لوحة التحكم في وحدة التكييف المركزية	18
محركات الدامبرات	9	مجري الهواء الراجع	19
خطوط التحكم	10	ثرموستات الهواء الخارجي	20



الشكل(٨-٣٥)

علما بأن الأعداد الموضوعة بجوار خطوط التحكم تشير علي عدد الموصلات .

فإذا طلب ثرموستات المنطقة 1 تبريد أو تسخين فإن دامبر المنطقة 1 سيفتح في حين يغلق دامبر المنطقة 2 ومن ثم يتوقف تدفق الهواء المكيف للمنطقة 2 فإذا طلب ثرموستات المنطقة 2 تبريد أو تسخين فإن دامبر المنطقة 2 سيفتح وإذا طلب كلا من ثرموستات المنطقة 1 والمنطقة 2 تبريد أو تسخين بالاتفاق في نوع الطلب يفتح دامبر المنطقة 1 والمنطقة 2 معا أما إذا طلب كلا من ثرموستات المنطقة 1 وثرموستات المنطقة 2 طلبين مختلفين (أحدهما تبريد والآخر تسخين) فإن دامبر المنطقة التي طلبت أولا هو الذي يفتح أما دامبر المنطقة الثانية فيفتح بعد خمس دقائق من غلق دامبر المنطقة الأولي .ويحتاج هذا النظام لمسار بديل لإعادة الهواء المكيف الخارج من وحدة التكييف المركزية إلي مجري الهواء الراجع عند غلق دامبرات المناطق كما بالشكل (٨ ــ ٣٦) .



الشكل(٨-٣٦)

حيث أن : ــ

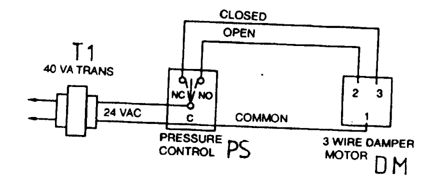
مجري هواء الإمداد	1	دامبر المسار البديل	5
وحدة التكييف المركزية	2	مجس الضغط الإستاتيكي	6
مجري الهواء الراجع	3	موصلات التحكم	7
مجري المسار البديل	4	إلي مصدر جهد 24 V متردد	8

والشكل (٨ ــ ٣٧) يبين المخطط الكهربي لدامبر المسار البديل (شركة الزامل) .

حيث أن : ــ

محول 220 / 24 V	T1	محرك الدامبر	DM
مجس الضغط الإستاتيكي	PS		

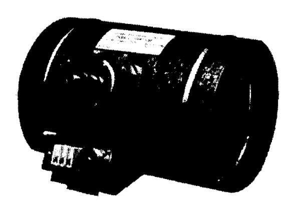
والشكل (٨ ــ ٣٨) يعرض دامبر المسار البديل (شركة الزامل) .



الشكل(٨-٣٧)

وفيما يلي بعض الملاحظات التي تراعي عند تنفيذ هذا النظام لتكييف منطقتين : —

١ــ يجب أن تصمم مجاري المنطقتين بحيث تكون مجاري كل منطقة قادرة علي حمل 75 % مــن التدفق الكلي للمكيف ويتحقق ذلــك بزيادة السرعة قليلا عنــد جريــلات الإمداد .



الشكل(٨-٣٨)

٢ــ استخدام دامبرات اتزان عند جميــع التفريعات من أجل عمل موازنة للنظام .

٣ــ استخدام مجاري مرنة طولها لا يقل عن متر ونصف مع كل مجري تفرع .

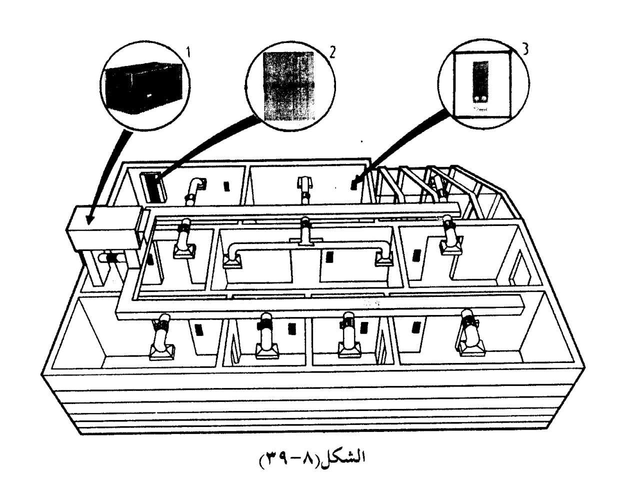
٤ــ استخدام جهاز تكييف له ســـعة تبريدية أقل قليلا عن المطلوب .

والجدول (٨ ــ ٢) يعطي قطر المسار البديل تبعا للسعة التبريدية لوحدة التكييف المركزية .

الجدول(٨-٢)

السعة التبريدية (طن تبريد)	3	3.5	4	5	1.5	10
القطر بالبوصة	10	10	12	15	14	14
السعة التبريدية (طن تبريد)	12.5	15	20	30	40	60
القطر بالبوصة	16	18	2×14	2×18	2×20	3×20

والشكل (٨ ــ ٣٩) يبين طريقة تنفيذ نظام تكييف مركزي لعشرة مناطق تبريد / تسخين يعمل بنظام Total Comfort .



الشكل(٨-٣٩)

حيث أن : ـــ

1 وحدة تكييف

2 وحدة التحكم المركزية

3 ثرموستات المنطقة

4 مجري الإمداد الرئيسية

5 مجري الإمداد للمنطقة

الباب التاسع
توزيع الهواء في أنظمة التكييف المركزية

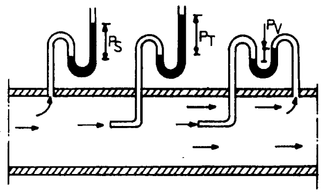
توزيع الهواء في أنظمة التكييف المركزية

٩ ـــ ١ تدفق الهواء في مجاري الهواء

عند تدفق الهواء في مجاري الهواء يتعرض الهواء لمقاومة نتيجة لعدة أسباب وهم كما يلي :

١ـــ الاحتكاك الحادث بين الهـواء وجدران المجاري حتى في المجـــاري المستقيمة .

٢ـــ الاحتكـــاك النـــاتج عنـــد الانحناءات وكذلك المرشـــحات وملفـــات التـــبريد والتســـخين وداميرات الهواء وجريلات الهواء .



الشكل(٩-١)

والجدير بالذكر أن الضغط الكلي اللازم لتحريك الحجم المطلوب من الهواء داخل مجاري الهواء يتكون من مركبتين وهما مركبة الضغط الإستاتيكي **Ps** وهو الضغط الواقع على جدران المجري في جميع الاتجاهات ويكون موجب في جهة طرد المروحة ويكون سالب في جهة ســـحب المروحـــة والمركبة الثانية من الضغط هو ضغط هو ضغط السرعة P_V وهذا الضغط يكون في اتجـــاه تدفـــق الهواء ويكون الضغط الكلي **Pt** مساويا :

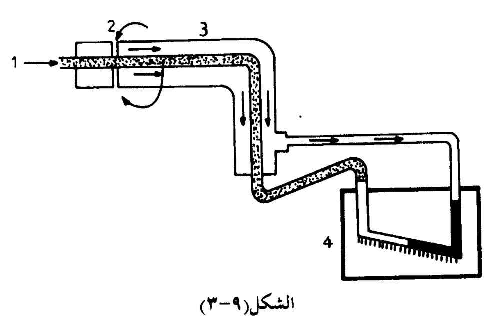
$$Pt = Ps + P_V$$

٩ ـــ٢ قياس الضغوط المختلفة في مجاري الهواء

الشكل (٩ ـــ ١) يبـــين طريقة قياس كلا من Pt , P_V , Ps , باســـتخدام جـــهاز مانوميتر على شكل U .
ويمكن قياس الضغط في مجاري الهواء باستخدام المانومتر المائل المبين بالشـــكل (٩ ـــ ٢) وهو مـــــن إنتـــاج شـــركة Dwyer Instruments Inc .

الشكل(٩-٢)

ويختلف مدي قياس الجهاز تبعا لنوعية التطبيق ففي مجاري الهواء المنزلية يستخدم مانوميتر مائل مداه السابق حيث يستخدم لقياس الضغط الإستاتيكي Ps والضغط الكلي Pt وضغط السـرعة (2.5 : 25 mm wg) ملى متر علما بأن 1bar (بار) يساوى 10000mmwg وفي مجـاري الهواء التجـارية يستخـدم مانوميتر مـائل مداه يصل إلي (150 mm wg) ملي متر من الماء المقاس ويستخدم المانومتر المائل بعدة طرق مختلفة كما هو مبين بالشكل السابق حيث يسـتخدم لقياس الضغط الاستاتيكي P_S والضغط الكلى Pt وضغط السرعة P_V . ويمكن تسهيل عمليـة قياس ضغط السرعة أو السرعة باستخدام أنبوبة بيتـو الاسـتاتيكية Pitot - Static tube والمانوميتر المائل Internal manometer كما بالشكل (٩ ـ ٣) حيث يوضع طـرف أنبوبة بيتو الاستاتيكية داخل المجري المطلوب تعيين ضغط السرعة بها وأحيانا تعدل قراءة المـانومتر المائل ليعطي سرعة مباشرة .



الشكل(٩-٣)

حيث أن : ـ

الضغط الكلي	1 أنبوبة بيتو	3
الضغط الإستاتيكي	2 المانومتر المائل	4

وعادة فإن قراءة واحدة للسرعة غير كافية لأن السرعة تكون غير منتظمة عند المقاطع المختلفة للمجاري وعادة تحتاج إلي عدد لا يقل عن 16 : 12 قراءة عند النقاط العرضية حيث يتم تقسـيم مقطع مجري الهواء إلي مساحات مختلفة وتأخذ السرعة عند مركز كلا منها والسرعة تتناسب طرديا مع جذر ضغط السرعة .

والقانون التالي يستخدم لتعيين السرعة المتوسطة : ـ

$$\bar{V} = 269\sqrt{\frac{\bar{H}}{D}} \qquad m / min$$

حيث أن : ــ

السرعة المتوسطة $\bar{V}$

ضغط السرعة المتوسط mm wg $\bar{H}$

الكثافة Kg / m^3 D

ويمكن تعيين التدفق المتوسط من القانون التالي :

$$Q = \bar{V} . A \qquad m^3 / min$$

حيث أن : ــ

التدفق المتوسط بوحدة (m^3 / min) Q

السرعة المتوسطة (m / min) $\bar{V}$

مساحة المجري (m^2) A

مثال : ــ إذا كانت ست قراءات عرضية لضغط السرعة في مجري هواء ساخن هي كالآتي : ــ
2 , 2.5 , 2.2 , 1.3 , 1.6 , 2.05 (mm wg) فإذا كانت كثافة الهواء عند 77 °C هي $1.02 \ Kg / m^3$ وأبعاد مجري الهواء هي 45×25 Cm فما قيمة التدفق بوحـدة m^3 / min

الإجابة :ــ

$\bar{H}$ (mm)	2.05	1.6	1.3	2.2	2.5	2
$\sqrt{\bar{H}}$	1.43	1.265	1.14	1.48	1.58	1.41

وبالتالي فإن : ــ

$$\sum\sqrt{H} = 1.43 + 1.265 + 1.14 + 1.48 + 1.58 + 1.4$$
$$= 8.305$$
$$\overline{\sum\sqrt{H}} = \frac{\sum\sqrt{H}}{n} = \frac{8.305}{6} = 1.38$$
$$\overline{H} = (\sum\sqrt{H})^2$$
$$= (1.38)^2 = 1.915mm$$

وبالتالي فإن السرعة المتوسطة تساوي : ــ

$$\overline{V} = 269\sqrt{\frac{\overline{H}}{D}} = 269\sqrt{\frac{1.915}{1.02}} = 369 m/min$$

وبالتالي فإن التدفق المتوسط يساوي : ــ

$$Q = \overline{V} \cdot A$$
$$= 369 \times \frac{45 \times 25}{100 \times 100} = 41.5 m^3/min$$

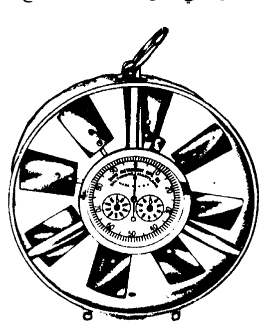
٩ ــ ٣ قياس معدل تدفق الهواء في مجاري الهواء والجريلات

وهناك أجهزة أخري تسمي الأنيموميتر **Anemometer** وتستخدم لقياس سرعة الهواء فالشكل (٩ ــ ٤) يعرض نموذج لأنيموميتر من إنتاج شركة (**Davis Instrument manufacturing co.**) وهو يستخدم لقياس سرعة الهواء المتدفق من الجريلات بوحدة **m / s** (متر لكل ثانية)أو وحدة **ft / min** (قدم لكل دقيقة) ويتكون من مروحة مثبته في عمود في مركز الجهاز وللجهاز مؤشر مركزي يتحرك علي تدريج السرعة ويستخدم مع الجهاز ساعة إيقاف لتحديد زمن قياس السرعة والذي يكون غالباً دقيقة كاملة وقد يزداد أحياناً للحصول علي سرعة متوسطة دقيقة ولاستخدام هذا الجهاز يوضع ملامساً لسطح الجريلة وتكون المروحة عمودية علي اتجاه تدفق الهواء مع ضبط ساعة الإيقاف علي الزمن المطلوب.

والشكل (٩ ــ ٥) يعرض نموذج آخر لأنيموميتر إلكتروني من إنتاج شركة**Air Flow Developmented Co.** ولاستخدام هذا الجهاز يتم التأكد من أن البطارية مشحونة وذلك بالضغط علي مفتاح التشغيل **4** ومفتاح اختبار البطارية **2** فإذا تحرك المؤشر ليستقر في المنطقة

الخضراء دل علي أن البطارية مشحونة أما إذا كان المؤشر خارج المنطقة الخضـــراء دل علـــي أن البطارية فارغة .

ولضبط المؤشر ميكانيكاً عند الصفر غطي مجس الجهاز 6 بغطائه لمنع تعريضه للهواء ثم اضبـــط



الشكل (٩-٤)

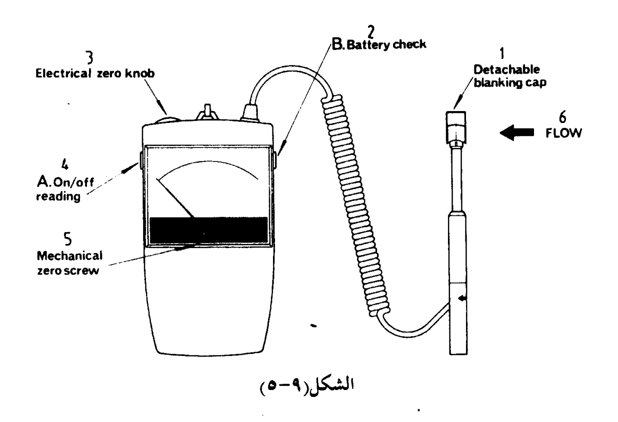
المؤشر علي الصفر بمفك بواسطة المسمار 5 . ويمكن ضبط الجهاز عند الصفر كهربياً بتغطية مجس الجهاز بغطائه ثم الضغط علي مفتاح التشغيل 4 وكذلك مفتاح ضبط الجهاز كهربياً عند الصفـــر 3.

ويمكن استخدام الجهاز لقياس السرعة بوضع مجس الجهاز 1 في مقابلة تدفق الهواء 6 في المجري ثم يضغط علي ضاغط التشغيل 4 فيعطي الجهاز قراءة السرعة .

علماً بأن مدي هذه الأجهزة عادة يتراوح ما بين (**0 - 30 m / s**) أو (**0 : 15 m / s**) أو (**0 - 2 m / s**) . وبمعلومية السرعة يمكن تعيين معدل التدفق .

مثال : ــ مجري أبعادها 0.6×0.4m وكانت القراءة المتوسطة للسرعة 3 m/s فإن معـــدل تدفق الهواء يساوي :

$$Q = \bar{V} * A$$
$$= 3 \times (0.6 \times 0.4) = 0726 m^3 / s$$



الشكل(٩-٥)

٩ ــ ٤ جريلات الإمداد

يوجد أربعة أنواع من جريلات الإمداد مبينة بالشكل (٩ ــ ٦) وهم كما يلي : ــ

١ــ جريلة ذات حلقات دائرية نوع Anemostat وتثبت في الأسقف والجدران العالية وتمتاز بمظهرها الجذاب ولها خواص توزيع وخلط للهواء ممتازة داخل الغرف (الشكل أ) .

٢ ــ جريلات محورية نوع الفوهة Nozzle وتثبت علي الجدران وتمتاز بأن تدفق الهواء يصل إلي المساحات البعيدة وتستخدم هذه الجريلات في المصانع والمناطق والمساحات التي تحتاج إلي تدفقات كبيرة من الهواء (الشكل ب) .

٣ــ جريلات محورية من النوع العام universal وتثبت في الجدران والأسقف وتمتاز بأن تدفق الهواء ومسافة النفخ يمكن التحكم فيها بتوجيه ريش هذه الجريلات (الشكل ج) .

٤ــ الجريلات الخطية Line وتثبت في محيط الأسقف وتستخدم عند المداخل وأعلي الشبابيك التي لها حمل حراري كبير (الشكل د) ويمكن معرفة معدل التدفق في الجريلة ومسافة النفخ Blow Distance من كتالوجات الشركات المصنعة .

وهناك بعض الملاحظات تأخذ بعين الاعتبار عند اختيار الجريلة وهي كما يلي : ــ

١ــ تحديد وضع الجريلة حتى يتحقق توزيع الهواء المطلوب .

٢ــ تحديد شكل الجريلات المطلوبة تبعاً لشكل الغرفة .

٣ــ تحديد أشكال الجريلات تبعاً لتصميم السقف .

٤ــ اختيار سرعة الهواء آخذا في الاعتبار أن يكون الضوضاء في الحدود المسموحة .

٥ــ وتعرف مسافة النفخ بأن المسافة بين الجريلات والجدران التي بعدها تصبح سرعة الهواء المكيف (0.25 m/s) .

والجدول (٩ ــ ١) يعطي سرعة الهواء عند خروجه من جريلات الإمداد في الأماكن المختلفة .

الجدول (٩ ــ ١)

المكان	غرف الإذاعة	المنازل	الشقق	المساجد	الفنادق
السرعة m/s	أقل من 3	أقل من 4	أقل من 4	أقل من 4	أقل من 4
المكان	المسارح	المكاتب الخاصة	المكاتب العامة	المخازن	المصانع والورش
السرعة m/s	أقل من 4	أقل من 4	أقل من 6	أقل من 7	أقل من 10

والجدول (٩ ــ ٢) يبين مستوي الضوضاء الأقصى المسموح به في الأماكن المختلفة بوحدة dB .

الجدول (٩ ــ ٢)

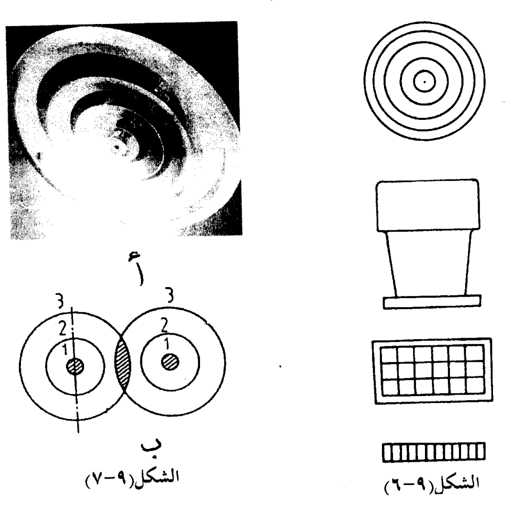
المكان	غرف الإذاعة	المساجد	الفنادق	المسارح	المكاتب الخاصة
مستوي الضوضاء (dB)	50	40	45	35	40
المكان	المكاتب العامة	المستشفيات	المحلات التجارية	المطاعم	الفصول الدراسية
مستوي الضوضاء (dB)	55	45	70	40	40

٩ ـــ ٤ ـــ ١ اختيار جريلات الإمداد

فيما يلي خطوات جريلات الإمداد الحلقية (Anemostat) : ـــ

١ـــ يجب تحديد عدد جريلات الإمداد وأماكن تثبيتها وحجم الهواء المتدفــــق منـــها ثم اختيـــار الجريلات المناسبة .

٢ـــ التأكد من أن الهواء الخارج بأصغر نصف قطر تفرقة للجريلة لا ينطبق مع مثيله للجريـــلات الأخرى .



الشكل(٩-٧)

الشكل(٩-٦)

وكذلك فإن المساحة المكيفة يتم تغطيتها بالهواء الخارج بأقصى نصف قطر تفرقة .

٣ـــ التأكد من أن سرعة الهواء الخارج من الجريلة وكذلك مســــتوي الضوضـــاء في الحـــدود المسموحة والشكل (٩ ـــ ٧) يبين صورة لجريلة إمداد حلقية (الشكل أ) وكذلك يبين انتشار الهواء بأصغر نصف قطر تدفق 2 وأكبر نصف قطر تدفق 3 .

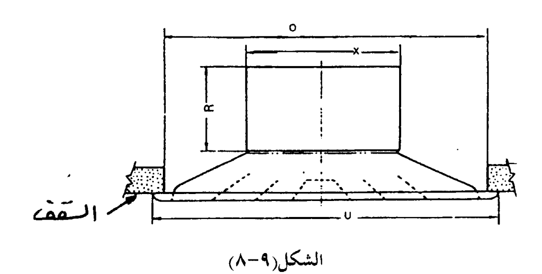
حيث أن : ــ

جريلة الإمداد الحلقية 1

أصغر نصف قطر تدفق 2

أكبر نصف قطر تدفق 3

والشكل (٩ ــ ٨) يبين الأبعاد الأساسية لجريلة الإمداد الحلقية Anemostat .



الشكل(٩-٨)

والجدول (٩ ــ ٣) يعرض الأبعاد الأساسية لبعض الجريلات الحلقية .

الجدول (٩ ــ ٣)

الموديل	O	R	U	X
A	318	89	343	152
B	432	95	457	203
C	533	102	572	254
D	635	114	686	305

والجدول (٩ ــ ٤) يعرض المواصفات الفنية لهذه الجريلات .

الجدول (٩ ــ ٤)

الموديل	معدل التدفق m^3/hr	أقصى نصف قطر انتشار m	أدني نصف قطر انتشار m	المدى الرأسي m	فقد الضغط الإستاتيكي (ملى متر ماء) mm wg	الضوضاء (ديسيبل) dB	السرعة عند المخرج m/s
A	200	1.3	0.7	2.4	1.7	24	3.0
	225	1.4	0.8	2.7	2.1	26.3	3.4
	250	1.6	0.9	3.0	2.6	27.9	3.8
	275	1.7	1.0	3.3	3.2	30	4.1
	300	1.9	1.1	3.6	3.7	31.8	4.6
	375	2.4	1.3	4.6	5.3	38.1	5.7
B	350	1.7	0.9	2.9	1.6	25	3.0
	400	1.9	1.1	3.3	2.1	28.7	3.4
	450	2.1	1.2	3.8	2.7	31.8	3.8
	500	2.4	1.4	4.2	3.3	33.2	4.5
	550	2.6	1.5	4.6	4.1	34.5	4.7
	600	2.9	1.6	5.0	4.8	36.4	5.2
C	550	2.1	1.2	3.6	1.5	28.5	3.0
	600	2.3	1.3	3.9	1.9	29.8	3.3
	650	2.5	1.4	4.2	2.2	32.3	3.6
	700	2.7	1.5	4.5	2.6	30.9	3.8
	750	2.9	1.6	4.9	2.9	32.6	4.1
	800	3.1	1.7	5.2	3.3	34.3	4.4
	850	3.2	1.8	5.6	3.7	36.0	4.7
	900	3.4	1.9	5.9	4.2	38.1	5.0
D	800	2.5	1.4	4.2	1.5	30.7	3.5
	850	2.7	1.5	4.5	1.8	32.3	3.2
	900	2.9	1.6	4.9	2.0	338	3.4
	950	3.2	1.7	5.2	2.3	32.0	3.6
	1000	3.4	1.8	5.4	2.5	33.1	3.8
	1100	3.6	2.0	6.0	3.0	35.5	4.2
	1200	3.9	2.2	6.5	3.5	37.9	4.6
	1300	4.2	2.3	7.0	4.2	40.8	4.9

مثال : ـــ مسجد أبعاده $15m \times 15m$ فإذا كان معدل التدفق اللازم لتكييف هذا المسجد $8100\ m^3/hr$ المطلوب اختيار الجريلات الحلقية المناسبة ، وعددها ، والانخفاض الحادث في الضغط في هذه الجريلات ، وسرعة الهواء الخارج منها ، ومستوي الضوضاء الناتج .

الإجابة:- باختيار تسع جريلات حلقية كل واحدة موضوعة في مركز مربع أبعاده $5\times5m$ فيكون نصيب كل جريلة من الهواء المتدفق $900\ m^3/hr = 8100/9$ ومن الجدول (٩-٤)فإنه يمكن اختيار جريلات طراز D بمعدل تدفق $900\ m^3/hr$ فيكون نصف قطر الانتشار الأدنى هو 1.6 m وهو أصغر من نصف قطر المساحة التي سيوضع فيها الجريلة (2.5 m) ، وأن نصف قطر الانتشار الأقصى هو 2.9 m وهو أكبر م نصف قطر المساحة التي ستوضع فيها الجريلة (2.5 m) وأن الضوضاء الصادرة 33.8 dB وهو أقل من أقصي ضوضاء مسموح بها والمعينة من الجدول(٩-٢) والتي تساوي 40 dB وأن سرعة الهواء الخارج من الجريلة يساوي 3.4 m/s وهي أقل من أقصي سرعة هواء مسموح بها والمعينة من الجدول(٩-١) والتي تساوي 4m/s لذلك يمكن القول بأن هذه الجريلة مناسبة جداً .

الشكل(٩-٩)

والشكل (٩ ـــ ٩) يبين طريقة توزيع هذه الجريلات داخل غرفة المكتب الخصوصي .

٩ ـــ ٥ جريلات إرجاع الهواء

في معظم أنظمة التكييف المركزية فإن معظم الهواء المكيف الذي يتم إمداده إلي المنطقة المكيفة يتم إرجاعه إلي وحدة التكييف وبالرغم من أن مكان تثبيت جريلات الراجع ليس حرجاً كما هو الحال في جريلات الإمداد فعادة يخرج هواء الغرفة من جريلات الهواء الراجع بسرعة منخفضة تتراوح ما بين (0.075 : 0.15 m/s) إذا كانت قريبة من الأشخاص ويتراوح ما بين (0.25 : 3 m/s) إذا كانت بعيدة عن أماكن جلوس الأشخاص وفيما يلي بعض التوصيات الخاصة بجريلات الهواء الراجع .

١ـــ توضع جريلات الهواء الراجع لتجنب إحداث تيارات سحب في المنطقة المكيفة .

٢ـــ أن يكون حجم جريلات الهواء الراجع مناسب لتقليل الانخفاض في الضغط وكذلك لتقليل الضوضاء .

٣ـ أن يكون وضع جريلات الهواء الراجع مناسبة لتقليل أطوال مجاري الهواء الراجع .

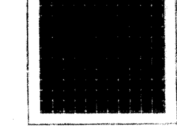
٤ـ يمكن وضع جريلات الهواء الراجع في مكان مركزي واحد في كل غرفة .

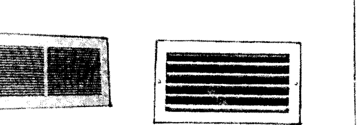
٥ـ يجب أن توضع جريلات الهواء الراجع بحيث لا تحدث دوائر قصر أي إعادة هواء الإمداد قبل أن يختلط بهواء الغرفة وتتواجد جريلات الهواء الراجع في عدة صور أكثرها انتشاراً ما يلي : ـ

أـ جريلات الهواء الشبكية ذات الريش الثابتة وتعمل الريش الثابتة علي إخفاء مجاري الهواء الراجع خلفها .

ب ـ جريلات هواء شبكية مزودة بريش توجيه وتكون ريش التوجيه خلـف شـبكة الجريلـة وتستخدم هذه الريش في التحكم في توجيه الهواء الراجع .

والشكل (٩ ـ ١٠) يعرض عدة نماذج لهذه الجريلات من إنتاج شركة Hart & Cooley)

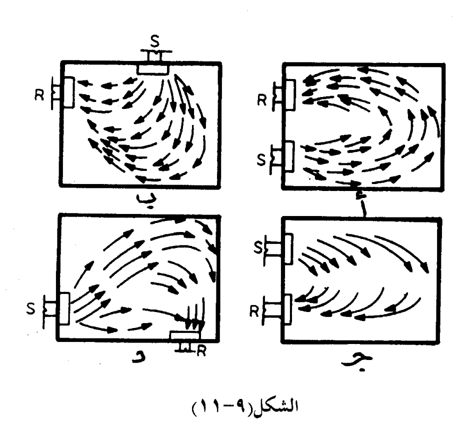




الشكل(٩-١٠)

)

والشكل (٩ ـ ١١) يعرض طريقتين مختلفتين لتثبيت جريلات الإمداد والراجع للهواء البارد الشكل (أ ، ب) وطريقتين مختلفتين لتثبيت جريلات الإمداد والراجع للهواء الساخن الشكل (ج ، د) .



الشكل(٩-١١)

حيث أن : —

جريلة إمداد S

جريلة راجع R

٩ — ٦ توزيع الهواء في أجهزة التكييف المركزية

هناك عدة شروط يجب توفرها للتوزيع الجيد للهواء المكيف وهي : —

١— يجب ألا يؤدي لتكون تيارات هواء باردة تضايق الأشخاص .

٢— انتظام درجة الحرارة عند مستوي العمل والذي يساوي 180 Cm من الأرض .

٣— يجب ألا يصطدم الهواء الخارج من الجريلات مع الجدران ولتحقيق ذلك يجب أن تكون مسافة النفخ (أصغر نصف قطر انتشار) لا تزيد عن ¾ المسافة بين جريلة الإمداد وأقرب جدار علماً بأن مسافة النفخ هي المسافة التي يقطعها الهواء الخارج من جريلة الإمداد حتى تصبح سرعته 0.25 m/s .

ويوجد عدة مصطلحات يكثر استخدامها في كتالوجات جريلات الإمداد مثل : —

١ـ توزيع الهواء Diffusion وهو توزيع الهواء المكيف داخل الغرفة للوصول لخلط سريع مـــع هواء الغرفة .

٢ـ فرق درجات الحرارة Temperature Differential وهو فرق درجات الحرارة بـــين الهواء المكيف وهواء الغرفة ويجب أن يتراوح ما بين (11:17 °C) في حالة التبريد عند الإمـــداد بهواء مكيف درجة حرارته 13 °C ويساوي (17 : 45 °C) عند الإمداد بهواء ساخن درجـــة حرارته تتراوح ما بين (38 : 66 °C) .

٣ـ الحث Induction وهو خلط الهواء المكيف مع الهواء الخارجي الموجود خـــارج الغرفـة المكيفة والناتج عن انخفاض الضغط الناتج عن السرعة العالية للهواء المكيف الخارج من الجريلات .

٤ـ سرعة الخروج Outlet Velocity وهي سرعة خروج الهواء المكيف من جريلة الإمداد .

٥ـ نصف قطر الانتشار Throw وهي المسافة بين الجريلة وأقصي نقطة تصل بعدها السرعة إلي 0.25 m/s .

٦ـ مستوي الضوضاء Noise Criteria وهي مقدار الصوت الخارج من جريلة الإمداد مقاسه بوحدة dB الديسبل علي بعد 2 m من الجريلة .

والشكل (٩ ـ ١٢) يبين مفهوم هذه المصطلحات في أنظمة الهواء الأساسية .

حيث أن : ـ

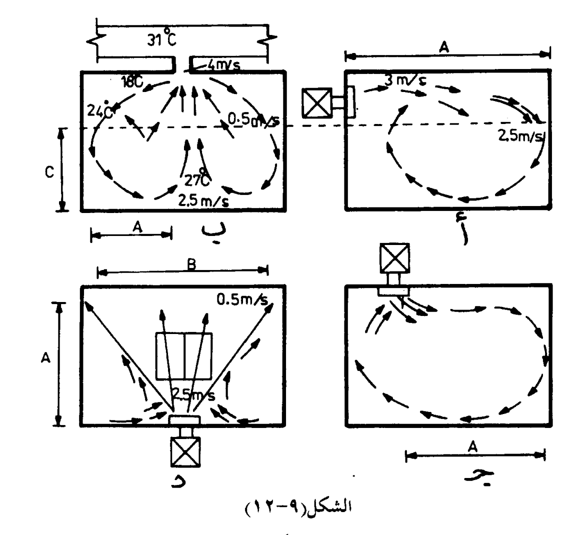
نصف قطر الانتشار (Throw)	A
الانتشار (Spread)	B
منطقة الإشغال (Occupied Zone)	C

فالشكل (أ) عند استخدام جريلة هواء عامة بريش يمكن تعديلها تثبت أعلي جدار الغرفة .

والشكل (ب) عند استخدام جريلة هواء حلقية تثبت في مركز الغرفة .

والشكل (ج) عند استخدام جريلة هواء خطية تثبت في المحيط الخارجي للسقف .

والشكل (د) عند استخدام جريلات خطية تثبت في أسفل جدران الغرفة .



الشكل(٩-١٢)

ويوجد ثلاثة أنظمة رئيسية للإمداد بالهواء المكيف وهم كما يلي : —

١ــ أنظمة التوزيع من السقف ويستخدم فيها الجريلات العامة أو الجريلات الحلقية أو الجريلات الخطية لأن كثافة الهواء البارد في الصيف أكبر من كثافة هواء الغرفة الساخن وهذا النظام يعطي أداء ممتاز عند التبريد .

٢ــ أنظمة التوزيع من الحائط باستخدام الجريلات العامة والخطية وهذه الأجهزة تعمل علي نفخ الهواء المكيف وتستخدم في الأماكن التي بها أحمال حرارية عالية مثل الأماكن المقابلة لزجاج النوافذ

٣ــ أنظمة التوزيع المثبتة علي المحيط الخارجي للسقف وتستخدم في الغرف التي تحتوي علي جدران متعرضة لانتقال حراري كبير مثل وجود مساحات كبيرة من النوافذ علي سبيل المثال عند التسخين في الأماكن السكنية فإن 80 % من الأحمال الحرارية تكون عند المحيط الخارجي لذلك تعتبر أفضل نقاط توزيع الهواء الساخن هي المحيط الخارجي .

٩ ــ ٧ حساب حجم الهواء المكيف

الجدول (٩ ــ ٥) يعطي قيم تقريبية لعدد مرات تغيير الهواء الموجود بالغرف المختلفة في الساعة

الجدول (٩ ــ ٥)

المكان / نوع عملية التكييف	الأماكن السكنية	المكاتب المخازن	الاستخدامات العامة
تبريد	6 – 9	6 – 12	6 – 12
تسخين	3 – 6	5 – 8	5 – 10

فكلما ازداد التلوث في الأماكن المختلفة نتيجة للدخان الناتج عن التدخين يجب أخذ القيم الكبيرة لعدد مرات تغيير الهواء .

والجدير بالذكر أن استخدام مجاري هواء كبيرة ينتج عنه تخفيض ضغوط الهواء المار في المجاري ومن ثم تقل القدرة المطلوبة لمحرك مروحة الإمداد أما استخدام مجاري هواء صغيرة ينتج عنه زيادة ضغط الهواء المار في المجاري ومن ثم تزداد قدرة محرك المروحة وتباعاً تزداد تكلفة التشغيل ومن ذلك نستنتج أن زيادة حجم المجاري يزيد التكلفة الابتدائية ويقلل من تكلفة التشغيل والعكس صحيح .

مثال : ــ إذا كانت مساحة منزل $150\ m^2$ وارتفاعه $3\ m$ فإن حجم المنزل يساوي :

$$VOLUME=3x150=450m^3$$

فإذا كانت عدد مرات تغيير الهواء يساوي 8 مرات في الساعة فإن حجم الهواء المكيف يساوي :

$$Q=450x8=3600m^3/hr$$

لذلك فإننا نحتاج لمروحة سعتها $3600\ m^3/hr$ وعادة تكون مساحة مقطع مجاري الراجع أكبر من مثيلتها لمجاري الإمداد بحوالي 20 % لأن الهواء الراجع يكون أدفأ وبالتالي يكون حجمه أكبر فإذا كانت مساحة مقطع مجاري الإمداد $194\ Cm^2$ فإن مساحة مقطع مجاري الراجع تساوي

$$= 120x194/100=233m^2$$

والجدول (٩ ــ ٦) يعطي متطلبات التهوية للشخص الواحد في الأماكن المختلفة .

الجدول (٩ ــ ٦)

المكان	التدخين	التهوية m³/hr
مخازن صغيرة	لا يوجد	18 : 25
	قليل	50
مخازن عادية	لا يوجد	13 : 18
غرف الفنادق	كثير	36 : 50
مساكن	قليل	32 : 50
مكتب عمومي	قليل	18 : 25
مكتب خاص	لا يوجد	25 : 43
	كثير	43 : 50
غرفة الاجتماعات	كثير	50 : 86
مطاعم	قليل	18 : 25
مسارح	لا يوجد ــ قليل	9 : 13
أجنحة مستشفيات	لا يوجد ــ قليل	32 : 50
مختبرات	قليل	25 : 32
	لا يوجد	13 : 18

٩ ــ ٨ تصميم أبعاد المجاري

هناك عدة طرق تستخدم في اختيار أبعاد المجاري وهم كما يلي : ــ

١ــ طريقة السرعة **Velocity Method** .

٢ــ طريقة الاحتكاك **Friction Method** .

وسنكتفي في هذا الكتاب بتناول طريقة السرعة وحتى يمكن تصميم مجاري هــــواء الإمـــداد والراجع بطريقة السرعة يلزم تحديد مخطط التمديد المقترح للمجاري ثم تحديد معدل تدفق الهواء في كل مقطع تبعا لقيم معدل التدفق في الغرف المختلفة .

والجدول (٩ ــ ٧) يعطي قيم السرعات في المجاري الرئيسية والفرعية لهواء الإمداد والراجــع بوحدة **m/s** (المتر لكل ثانية) .

الجدول (٩ ــ ٧)

المكان	مجاري رئيسية		مجاري فرعية	
	إمداد	راجع	إمداد	راجع
الأماكن السكنية	5	4	3	4
غرف النزلاء بالفنادق	7.5	6.5	6	5
غرف المرضى في المستشفيات	7.5	6.5	6	5
مكتب عام	10	7.5	8	6
مكتب خصوصي	10	7.5	6	5
المسارح	6.5	5.5	5	4
المخازن	10	7.5	8	6
المصانع	15	9	11	7.5

والجدول (٩ ــ ٨) يعطي قيم سرعات الهواء في الأقسام المختلفة لوحدة مناولة الهواء .

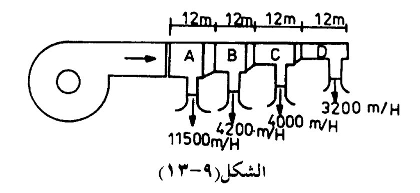
الجدول (٩ ــ ٨)

القسم الذي يمر به الهواء	المكان	السرعة
مرشحات الهواء	المنشآت السكنية	1.25 : 1.5
	المدارس	1.5 : 1.75
	المستشفيات	1.5 : 1.75
	المسارح	1.5 : 1.75
	الأماكن التجارية	1.5 : 1.75
	المصانع	1.75
ملفات التبريد والتسخين	المنشآت السكنية	2.25 : 2.5
	المدارس	2.5 : 3
	المستشفيات	2.5 : 3
	المسارح	2.5 : 3

تابع الجدول (٩-٨)

القسم الذي يمر به الهواء	المكان	السرعة
تابع ملفات التبريد والتسخين	الأماكن التجارية	2.5 : 3
	المصانع	3 : 3.5
مغاسل الهواء	جميع المنشآت	2.5 : 3
فتحات دخول الهواء الجوي		4 : 5
فتحات عودة الهواء		2 : 2.5
مخارج المراوح	في أنظمة الضغط المنخفض الأقل من 25 mm wg (ملى متر ماء)	5 : 7
	في أنظمة الضغط العالي 25 : 50 mm wg	7.5 : 12

مثال : ــ المطلوب حساب مقاطع مجري إمداد هواء لأربعة مكاتب بالتدفقات المبينة بالشكل (٩ ــ ١٣) .



الشكل(٩-١٣)

الإجـــابة:-من الجدول (٩ ــ ٧) نجد أن سرعة هواء الإمـــداد في المجـــاري الرئيســـية في المكاتب 10 m/s(متر ثانية) وفي الخطوط الفرعية 6 m/s .

$$Q_A = 11500 + 4200 + 4000 + 3200 = 22900 m^3 / hr$$

$$Q_B = 4200 + 4000 + 3200 = 11400 m^3 / hr$$

$$Q_C = 4000 + 3200 = 7200 m^3 / hr$$

$$Q_D = 3200 m^3 / hr$$

$$A_A = \frac{Q_A}{V_A} = \frac{22900}{10 \times 60 \times 60} = 0.63 m^2$$

$$A_B = \frac{Q_B}{V_B} = \frac{11400}{6 \times 60 \times 60} = 0.52 m^2$$

$$A_C = \frac{Q_C}{V_C} = \frac{7200}{6 \times 60 \times 60} = 0.33 m^2$$

$$A_D = \frac{Q_D}{V_D} = \frac{3200}{6 \times 60 \times 60} = 0.148 m^2$$

٩ ــ ٩ حساب فقد الضغط في مجاري الهواء

يوجد طريقتين لحساب فقد الضغط الكلي وهما : ــ

١ــ طريقة الضغط الثابت حيث يكون هناك قيمة ثابتة لفقد الضغط لوحدة الأطوال ابتداء من وحدة مناولة الهواء إلى نهاية مجاري الهواء وتحسب بالعلاقة التالية : ــ

الفقد الكلي في الضغط = طول المجاري المستقيمة × فقد الضغط لوحدة الأطوال

+ فقد الضغط في الأدوات (الأكواع ــ التيهات .... الخ)

وعادة يكون فقد الضغط لوحدة الأطوال مساوياً 0.1 mm/m لمجاري الإمداد ويساوي 0.08 mm/m لمجاري الإرجاع .

أما فقد الضغط في الأدوات (الأكواع ــ وصلات التفرع ــ وصلات التخفيض ــ وصلات التفريق ــ مداخل الهواء .... الخ) فتحسب إما باستخدام الأطوال المكافئة لها من المجاري المستقيمة ثم تضرب في فقد الضغط لوحدة الأطوال وتحسب كفقد ضغط مباشر .

أولاً : فقد الضغط في الأكواع القطرية بوحدة mm wg .

الشكل (٩-١٤) يعرض المسقط الرأسي والجانبي لكوع قطري . والجدول (٩-٩) يعطي فقد الضغط لمقاسات مختلفة لأكواع نصف قطري .

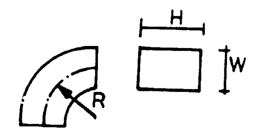
الجدول (٩ ــ ٩)

1.5	1.25	1.0	0.75	النسبة R/W
	L/W	النسبة		النسبة H/W
3	5	8	13	0.2 : 0.5
4	6	10	18	0.5 : 1
5	7	12	23	1.0 : 2.5
6	8.5	15	28	2.0 : 4.5

حيث أن : ــ

طول الماسورة المكافئ للكوع   L

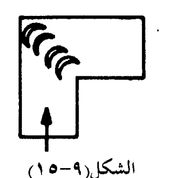
أبعاد الكوع   W,H,R



الشكل(٩-١٤)

ثانياً : فقد الضغط في الأكواع المربعة ذات الريش : ــ

الشكل (٩-١٥) يعرض مخطط توضيحي لكوع مربع مزود بريـــش . والجـــدول (٩-١٠) يعطى قيم فقد الضغط فى الأكواع المربعة المزودة والغير مزودة بريش عند سرعات مختلفة للهواء .



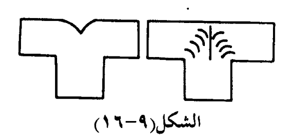
الشكل(٩-١٥)

الجدول (٩ ــ ١٠)

12.5	10	7.5	5	2.5	السرعة
2.75	1.75	1	0.5	0.25	الفقد في الضغط عنـــــد وجـــود ريـــش mm wg
13	8.75	4.75	2	0.5	الفقد في الضغط في حالة عدم وجود ريش mm wg

ثالثاً : فقد الضغط في الوصلات التي على شكل T

الشكل (٩-١٦) يعرض نموذج لوصلة على شكل T تتألف من كوعين مربعين بريش ووصلة على شكل T تتألف من كوعين قطريين وتعامل هذه الوصلات كعدد كوعين قطريين أو مربعين حسب شكلها .



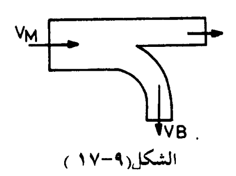
الشكل(٩-١٦)

رابعاً : فقد الضغط في وصلات التفرع بوحدة mm wg .

الشكل (٩-١٧) يعرض قطاع فى وصلة تفرع حيث أن سرعة الهواء عند المدخل V_M وسرعة الهواء عند المخرج المتفرع V_B . والجدول (٩-١١) يعطى فقد الضغط فى هذه الوصلات عند قيم مختلفة للسرعة V_B والنسب V_B/V_M .

الجدول (٩-١١)

V_B / V_M			V_B (m/s)
0.9	0.8	0.7	
0.2	0.275	0.375	3
0.375	0.5	0.675	4
0.575	0.775	1.05	5
0.825	1.125	1.525	6
1.125	1.525	2.05	7
1.475	2	2.7	8
1.85	2.525	3.4	9
2..275	3.125	4.2	10



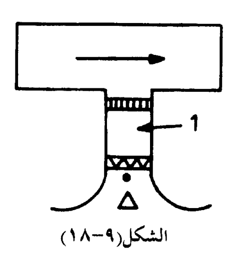
الشكل(٩-١٧)

خامسا : فقد الضغط في المفرقات

الشكل (٩-١٨) يعرض قطاع فى مفرق . والجدول(٩-١٢) يعطى قيم فقد الضغط عند قيم مختلفة للسرعة الوجهية فى المفرق ونسب مختلفة لمساحة المجرى / مساحة رقبة المفرق .

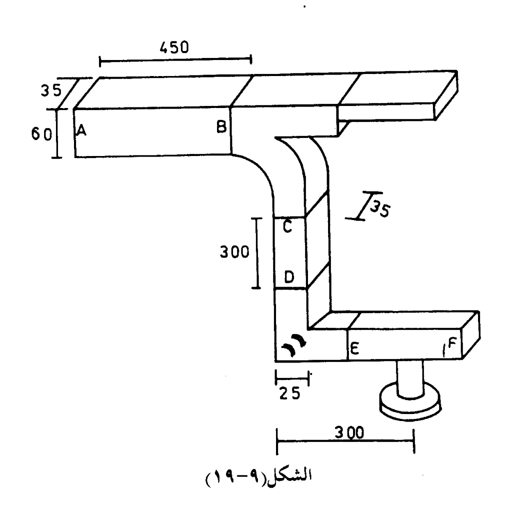
الجدول (٩ ــ ١٢)

السرعة الوجهية في المفرق m/s	مساحة المجري : مساحة الرقبة		
	1 : 1	2 : 1	4 : 1
	1.075	0.75	0.6
5	1.35	1	0.8
6	1.7	1.25	1
7	2.025	1.5	1.2



الشكل(٩-١٨)

مثال : ــ الشكل (٩ ــ ١٩) يعرض نموذج لأحد أجزاء نظام مجاري الإمداد لنظام تكييف مستشفي والمطلوب تعيين فقد الضغط من **A** إلي **F** علما بأن الأبعاد بــوحدة السنتيمتر Cm.



الشكل(٩-١٩)

والجدول (٩ ــ ١٣) يعطي المعلومات الفنية لهذا النظام .

الجدول (٩ ــ ١٣)

القسم	الطول m	التدفق m^3/hr	السرعة m/s	الأبعاد Cm
AB	4.5	5290	7.0	60 × 35
CD	3	1730	5.5	25 × 35
EF	3	1750	5.5	25 × 35

١ــ فقد الضغط في مجاري الإمداد المستقيمة

حيث أن فقد الضغط في مجاري الإمداد المستقيمة تساوي 0.1 mm wg/m لذلك فإن : ــ

$$P_{AB} = 0.1 \times 4.5 = 0.4 mmwg$$

$$P_{CD} = 0.1 \times 3 = 0.3 mmwg$$

$$P_{EF} = 0.1 \times 3 = 0.3 mmwg$$

٢ــ فقد الضغط في وصلة التفرع BC

ويعين من الجدول (٩ ــ ١١) حيث أن :

$$\frac{V_B}{V_M} = \frac{5.5}{7} = 0.785$$
$$V_B = 5.5 m/s$$

وبالتالي فإن فقد الضغط يساوي (P_{BC} = 0.95 mm wg) .

٣ــ فقد الضغط في الكوع المربع DE

يعين من الجدول (٩ ــ ١٠) حيث أن السرعة 5.5 m/s وبحيث أنه يوجد ريش في هذا الكوع لذلك فإن فقد الضغط يساوي (P_{DE} = 0.5 mm wg) .

٤ــ فقد الضغط في المفرق

يعين من الجدول (٩ ــ ١٢) حيث أن مساحة المجري تساوي ($35 \times 25 = 875 Cm^2$)

وحيث أن مساحة الرقبة تساوي $\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (25)^2 = 491 Cm^2$

لذلك فإن :ــ مساحة المجرى /مساحة الرقبة =1.8

وبالتالي فإن فقد الضغط في الرقبة يساوي(P_F = 1 mm wg) وبالتالي فإن فقد الضغط الكلي في المجاري :

$$= P_{AB} + P_{CD} + P_{EF} + P_{BC} + P_{DE} + P_F$$
$$= 4.5 \times 0.1 + 3 \times 0.1 + 3 \times 0.1 + 0.95 + 0.5 + 1 = 3.5 mmwg$$

وبأخذ جريلة هواء إمداد Anemostat قطرها الخارجي 30 Cm نوع D فمن الجدول نجد أن فقد الضغط عند سرعة 5.5 m/s وجريلة الهواء D وتدفق 1730 m^3/h يساوي 4.2 mm wg وبالتالي فإن فقد الضغط الكلي يساوي :

$$Pt = 3.5 + 4.2 = 7.7 \text{ mm wg}$$

٩ ــ ١٠ صناعة مجاري الهواء

تصنع مجاري الهواء عادة من ألواح الصلب المجلفن أو الألمونيوم ذات السمك المناسب لمنع حدوث اهتزازات أو تشوهات أثناء حدوث تغيرات في ضغط الهواء المتدفق بها وذلك عند بدء تشغيل وإيقاف المراوح ويقوم بصناعة هذه المجاري فنيين أكفاء في مجال أعمال الصاج .

والجدول (٩ ــ ١٤) يعطي سمك ألواح الصاج والألمونيوم لأنواع مختلفة من المجاري المنزلية والتجارية بوحدة mm .

الجدول (٩ ــ ١٤)

البعد الأكبر من المجاري المستطيلة المقطع (Cm)	تجاري		منزلي
	ألواح صاج مجلفن	ألومنيوم	ألواح صاج مجلفن
إلى 30	0.45	0.5	0.45
32 : 58	0.6	0.6	0.6
60 : 75	0.6	0.6	
78 : 105	0.75	0.8	
108 : 135	0.75	0.8	
138 : 150	0.9	1	
152 : 210	0.9	1	
212 : 240	1.2	1.2	
أعلي من 240	1.2	1.2	

والجدول (٩ ــ ١٥) يعطي سمك ألواح الصاج للمجاري المستديرة .

الجدول (٩ ــ ١٥)

القطر (cm)	يصل إلى 30	32:45	48 :70	68 :90	88 : 130
السمك (mm)	0.45	0.55	0.75	0.9	1.2

والجدير بالذكر أن مجاري الهواء المستطيلة يجب أن تختار أبعادها بعناية فائقة خصوصا النسبة بين البعد الأكبر والبعد الأصغر للمجرى والذي يسمى نسبة الطول للعرض .

مثال:– إذا كانت مساحة مجرى الهواء المطلوبة هو $400Cm^2$ فيمكن تحقيق ذلك بأبعاد مجرى 20Cm× 20 وتكون نسبة العرض : الطول (1 : 1) أو بأبعاد مجرى 10 : 40 وتكون نسبة العرض للطول (1 : 4) فيكون محيط المجرى في الحالة مساويا (80Cm= 20+20+20+20) ويكون محيط المجرى في الحالة الثانية مساويا (100 Cm= 10+10+40+40) أي أنه حدث زيادة في المحيط في الحالة الثانية بمقدار 25% وهذا ينشئ عنه زيادة في ألواح الصاج المطلوبة لعمل المجرى لذلك فإن مصنعي مجارى الهواء قاموا بتقسيم المجارى تبعا لنسبة Aspect Ratio وقاموا بحساب التكلفة لكل قسم والجدول (٩ ــ ١٦) يبين أفضل نسب (العرض : الطول) المستخدمة.

الجدول (٩ ــ ١٦)

المحيط Cm	الطول الأكبر Cm	العرض : الطول
60:180	15:45	1:1
90:180	30:60	2:1
175:265	65:100	3:1
150:550	60:220	4:1
290:450	120:225	5:1
525:590	225:360	6:1

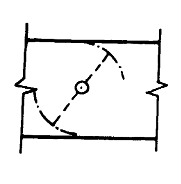
والجدير بالذكر أن القائم على صناعة مجارى الهواء تكون شركات متخصصة في هذا العمــل وفيما يلي أهم التوصيات الصادرة بخصوص صناعة مجارى الهواء .

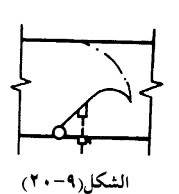
١ ــ تستخدم دامبرات عند المجارى الفرعية للتحكم في معدل التدفق وتوجد عدة أنــواع منــها كالمبينة بالشكل (٩ ــ ٢٠)

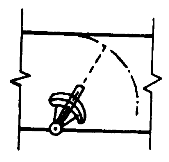
ففي الشكل (أ) خانق فراشة Butterfly

و في الشكل(ب) دامبر انضغاطي Squeeze

وفي الشكل (جـ) دامبر بوابي Flap







الشكل(٩-٢٠)

٢ ــ يجب تثبيت مجارى الهواء جيدا أو تكون مقواة جيدا .

٣ ــ يجب عزل جميع المجارى التي تعرض لأماكن غير مكيفة .

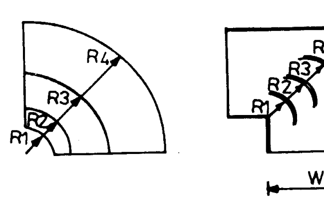
٤ ــ يجب أن تكون المجارى محكمة جدا حتى لا يحدث تسربات للهواء المكيف .

٥ ــ يجب أن تكون النسبة بين الطول الأكبر إلى الطول الأصغر لمجارى الهواء لا تزيد عن 6:1.

٦ ــ جميع الثنيات الموجودة في مجارى الهواء يجب أن تكون في اتجاه تدفق الهواء .

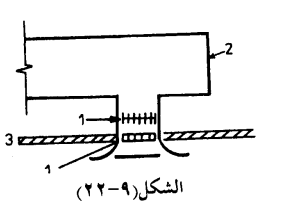
٧ ــ يجب عمل فتحات مناسبة للفحص والتنظيف .

٨ — تعمل في الأكواع النصف قطرية والتي لها نسبة $\frac{R}{W} \leq 1\frac{1}{2}$ عدد 2 أو 3 ريـــش توجيـــه



الشكل(٩-٢١)

داخلية كما بالشكل (٩ — ٢١) حيث تعمل على إحداث سريان منتظم للهواء في الكوع وخروج الهواء بطريقـــة منتظمـــة خالية من الدوامات وتقلل أيضا من الفقد الديناميكي والناتج عن وجود الدوامـــات وتستخدم هذه الأنواع في أنظمة توزيـــع



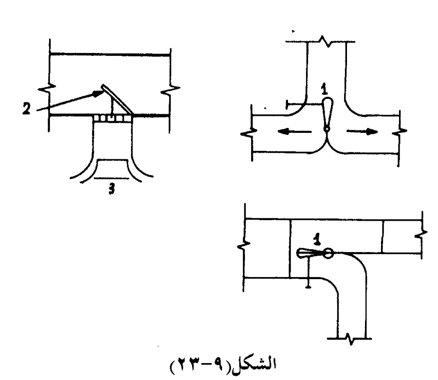
الشكل(٩-٢٢)

الهواء ذات السرعات المنخفضة الأقل من 7.5 m/S داخل المجاري .

٩ — تستخدم شبكة معادلة Equalizing Grid في جريلات الإمداد المســتخدمة في أنظمـــة توزيع الهواء ذات السرعات المنخفضة الأقل من 7.5m/S داخل المجاري وذلك للمحافظة علـــى الضغط المطلوب ولضبط تدفق الهواء إلى المكان المكيف .

والشكل (٩ — ٢٢) يبين جريله إمداد مزودة بشبكة معادلة 1 ووصلة تجميد 2 ومثبتة في سقف مستعار 3 .

١٠ — تستخدم دامبرات حجم في المخارج و دامبرات تقسيم في المجاري الفرعية لتقليل الضوضاء وللتحكم في حجم الهواء المتدفق كما هو مبين بالشكل (٩ — ٢٣) .



الشكل(٩-٢٣)

حيث أن : ــ

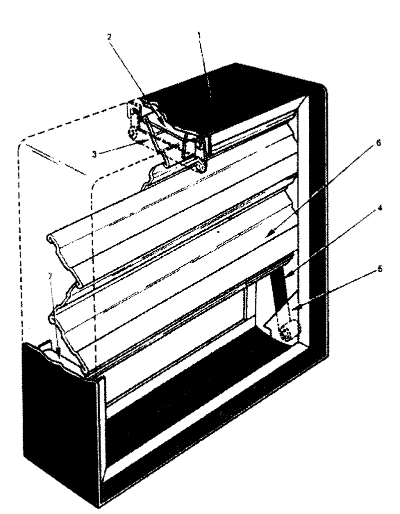
دامبر تقسيم	1
دامبر حجم	2
جريلة إمداد	3

١١ ــ يجب تزويد مجارى الهواء الراجع بدامبرات .

١٢ ــ تستخدم دامبرات حريق **Fire Danger** بوصلة منصهرة عند **71 °C** تركب داخل مجارى الإمداد والشكل (٩ ــ ٢٤) يعرض نموذج لدامبر حريق من إنتاج شركة **Trox Co.** .

حيث أن : ــ

هيكل من الصلب	1
الريشة العلوية مثبتة ببرشام في الأعلى	2
مصهر ينصهر عند **71 °C**	3
ياي غلق من الاستنلستيل	4
لوح إمساك لتأمين الغلق	5
ريش متداخلة يسهل فكها	6
جوانب إحكام من الاستنلستيل تمنع عودة الدخان	7



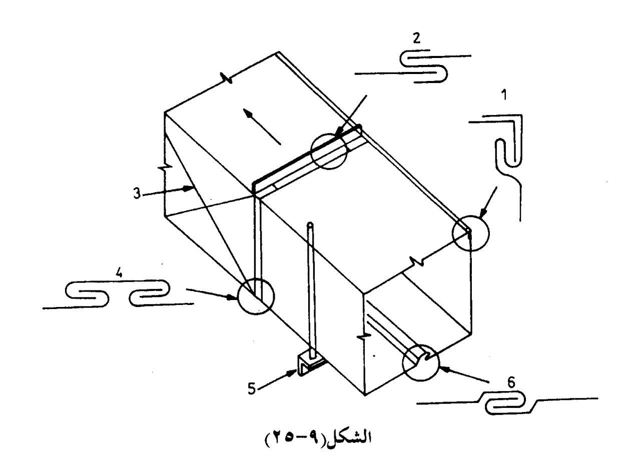
الشكل(٩-٢٤)

فعندما ينصهر المصهر تغلق ريش الدامبر وتتداخل معا لعدم تقدم الحريق في مجاري الهواء .

١٣ـ يتم تقوية جوانب المجاري الكبيرة بعمل تقفيعات تصالبية كما تستخدم أنواع من الدسر عند تنفيذ مجاري الهواء كالمبينة بالشكل (٩ ــ ٢٥) .

حيث أن : ــ

دوسرة بتسبرج	1
دوسرة علي شكل S	2
تقفيعه تصالبية	3
دوسرة مزدوجة	4
قضيب تعليق	5
دوسرة بحز إقفال	6



الشكل(٩-٢٥)

٩ ــ ١٠ ــ ١ دهان المواسير ومجاري الهواء

يوجد عدة طرق لدهان مجاري الهواء مثل الدهان بالفرشاة والدهان بالرش والدهـــان بـــرول (فرشاة على شكل بكرة) والدهان الزجاجي بالمينا وفيما يلي بعض الأمور التي تؤخذ في الاعتبـار عند الدهان : ــ

١ـــ يتم التجهيز للدهان بنظيف العناصر المختلفة في مجاري الهواء وإزالة الأتربة والزيوت وكذلـك إزالة الماء والأملاح وباقي الأشياء المسببة للصدأ باستخدام قطعة قماش علما بأن وجود أي أتربــة تحت طبقة الدهان يؤدي إلي إحداث عازل للمعدن مما يؤدي لتقشير الدهان .

٢ـــ تجنب درجات الحرارة المنخفضة الأقل من 5 °C عند الدهان والرطوبة النسبية العالية الأعلــى من 80% فأفضل تجفيف للدهان الطبيعي عند درجة حرارة 20 °C ، ورطوبة نسبية 75% .

٣ـــ عند الدهان بثلاثة طبقات مختلفة من الدهان يجب الدهان بالطبقة الأولي ثم الانتظار حتى تجف تماما ثم الدهان بالطبقة الثانية وهكذا .

٤ـــ تجنب الدهان في أشعة الشمس المباشرة أو في الرياح الشديدة .

٥ـــ تجنب الدهان في الطقس المترب .

٦ــ يجب تهوية مكان الدهان لاستعمال مواد قابلة للاشتعال مثل التنر ومواد أخري .

٧ــ يجب التأكد من أن درجة لون الدهانات المستخدمة مناسبة فلكل دهان رقم معين .

والجدول (٩ ــ ١٧) يعطي البيانات الكاملة عن دهان أنظمة التكييف .

الجدول (٩ ــ ١٧)

الجهاز	ظروف التشغيل	نوع الدهان	عدد طبقات الدهان			ملاحظات
			الطبقة الأولي	الطبقة الثانية	الطبقة النهائية	
أجهزة التكييف وأجهزة تنظيف الهواء المصنعة من الصلب		لاكيه وميلامين زجاجي	1	1	1	—
أبراج التبريد ذات الأوجه الصلب والمراوح	—	دهان مخلوط ولاكية زجاجي.	2	1	1	الطبقة الأولي السفلية تكون مقاومة للصدأ عند استخدام دهان مخلوط .
مفرقات الهواء وجريلات الإمداد.	—	لاكيه وميلامين زجاجي.	1	1	1	
وحدات الملف والمروحة		لاكيه وميلامين زجاجي.	1	1	1	
مجاري الهواء المصنوعة من الصلب المجلفن	معرضة للظروف الجوية	دهان مخلوط	1	1	1	الطبقة السفلية تكون مقاومة للصدأ

تابع الجدول (٩-١٧)

ملاحظات	عدد طبقات الدهان: الطبقة النهائية	الطبقة الثانية	الطبقة الأولي	نوع الدهان	ظروف التشغيل	الجهاز
الجـزء المرئـي مـن الداخل والخارج يجـب دهانه	1	1	—	ورنيش أسود	أسطح داخلية	مجاري الهواء المصنوعة من الصلب المجلفن
الطبقة السفلية مقاومة للصدأ	1	1	2	دهان مخلوط	الأسطح الخارجية	مجاري الهواء المصنوعة من ألواح الصاج العادية
	1	—	1	دهان مقاوم للصدأ	الأسطح الداخلية	

وعادة تستخدم الدهانات الراتنجية الصناعية مثل السليكون الراتنجى لدهان الأسطح السـاخنة حيث يتحمل درجة حرارة تصل إلي 350 °C في حين أن أملاح أكسيد التيتـانوس العضـوي يتحمل درجة حرارة 650 °C ويستخدم دهان الفينول المضاد للحرارة مع صبغة لدهـان ألـواح الصلب الخاصة بمجاري العادم الخاصة بغرف البطاريات والأماكن الأخرى .

والجدول (٩ ــ ١٨) يبين ألوان المواسير تبعا لنوع المائع المار بها .

الجدول (٩ ــ ١٨)

اللون	أزرق	أحمر غامق	أبيض	أصفر	أرجواني	أرجواني
المائع المار	الماء	البخار	الهواء	الغاز	الأحماض والقلويات	الزيوت

٩ ــ ١١ عمل موازنة لأنظمة تكييف الهواء المركزية

عادة بعد الانتهاء من تركيب نظام التكييف المركزي يلزم الأمر ضبط سرعة ومعـدل تدفـق الهواء الخارج من الجريلات المختلفة للوصول للجو المثالي المريح من حيث درجة الحرارة والرطوبـة النسبية والتهوية الكافية ويستخدم في ذلك الدامبرات المختلفة ، وعادة تستخدم بعـض أجـهزة القياس أثناء إجراء عملية الموازنة مثل : ـ

— جهاز المانوميتر السائل مع أنبوبة بتوت لقياس الضغوط في مجاري الهواء .

— جهاز أنيموميتر Anemometer ذات المروحة وساعة إيقاف لقياس سرعة الهواء عند الجريلات .

— جهاز أفيموميتر بمجس إلكتروني لقياس سرعة الهواء في جاري الهواء .

— جهاز تاكوميتر لقياس سرعة دوران المراوح في الدقيقة RPM .

— جهاز فولتميتر وأميتر ذو الكماشة لقياس جهود وتيارات تشغيل محركات المراوح .

وفيما يلي خطوات الموازنة : —

١— تدوين جميع البيانات الفنية علي الرسم التخطيطي لنظام تكييف الهواء وفيما يلي أهم هذه البيانات : —

— سرعة الهواء في المجاري المختلفة وعند الجريلات المختلفة .

— حجم الهواء المتدفق في الدقيقة في المجاري المختلفة وعند الجريلات .

— درجة الحرارة والنسبة المئوية للرطوبة قبل وبعد ملفات التبريد والتسخين .

— مستوي الصوت المسموح به داخل الأماكن المكيفة .

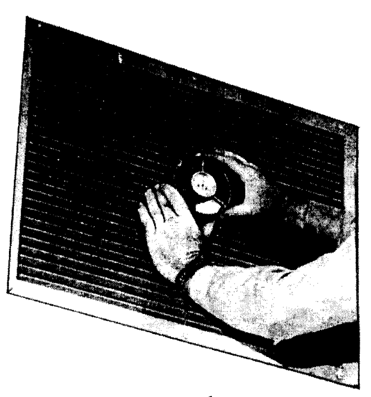
٢— يقاس حجم الهواء الخارج من الجريلات المختلفة مع فتح جميع الدامبرات وخصوصا دامبوات الحجم Diffuser Volume والمبينة بالشكل (٩ — ٢٣) وذلك علي أقصي درجة ممكنة لأن غلق هذه الدامبرات يؤدي لحدوث صوت عالي عند خروج الهواء من هذه الدامبرات للانخفاض الشديد في الضغط .

٣— نتأكد من عدم وجود دخان بالمبني حتى تكون دامبرات الحريق مفتوحة .

٤— نفتح دامبر الهواء الخارجي والهواء الراجع لأقصي درجة ممكنة .

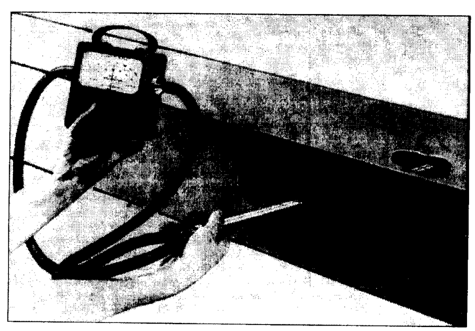
٥— نقيس الضغط الاستاتيكي P_S لمروحة الإمداد باستخدام المانوميتر السائل (ارجع للفقرة ٩ — ٢) .

٦— نقيس جهد وشدة تيار وسرعة مروحة الإمداد بجهاز الفولتميتر والأميتر ذو الكماشة والتاكوميتر بالترتيب ونقارن بين هذه القيم بالقيم المقننة .

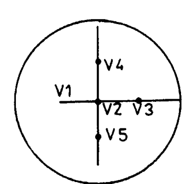


الشكل(٩-٢٦)

٧ـ نقيس سرعة الهواء المتدفق في المجاري المختلفة وعند الجريلات المختلفة باستخدام أجهزة أنيموميتر ذو المروحة أو أنيموميتر ذو المجس الإلكتروني . والشكل (٩ ـ ٢٦) يبين طريقة قياس السرعة عند الجريلات باستخدام الأنيموميتر ذو المروحة (شركة Davis Instrument Co.) أما الشكل (٩ ـ ٢٧) فيبين طريقة قياس السرعة داخل مجاري الهواء باستخدام آلنورفليوميتر شركة (Illinois Testing laboratories Inc.) ثم نعين حجم الهواء المتدفق .



الشكل(٩-٢٧)



V1	V2	V3
V4	V5	V6
V7	V8	V9

الشكل(٩-٢٨)

٨ــ حجم الهواء المتدفق يعين من المعادلة التالية :

$$Q = \bar{V} * A$$

حيث أن : ــ

مساحة الجريلة أو المجرة (m^2) A

السرعة المتوسطة للهواء (m/s) $\bar{V}$

حجم الهواء m^3/s Q

علما بأنه ينصح بأخذ عدة قراءات للسرعة في مواضع مختلفة بالطريقة المبينة بالشكل (٩ــ٢٨) ففي حالة الجريلات أو المجاري المستطيلة الشكل فإنها تقسم لعدد من الأجزاء المتساوية كما بالشكل (أ) ثم نأخذ القراءة عند كل جزء وتعين السرعة المتوسطة فتكون :

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \cdots V_a}{9}$$

وفي حالة الجريلات الدائرية الشكل نأخذ عدة قراءات عند مسافات متساوية في امتداد القطر الرأسي والأفقي كما بالشكل (ب) ثم نعين القيمة المتوسطة للسرعة فتكون :

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5}$$

نفس الكلام ينطبق علي المجاري الدائرية وهناك ثلاثة طرق مختلفة تستخدم في عمليات الموازنة وهم كما يلي : ــ

١ــ الموازنة في أنظمة التكييف ذات المجري الواحدة .

٢ــ الموازنة في أنظمة التكييف ذات المجرتين .

٣ــ الموازنة في أنظمة التكييف المتعددة المناطق .

وتشترك هذه الطرق في أن عملية الموازنة تتم بضبط حجم الهواء المتدفق في المجـــاري الأكـــبر ثم الأصغر فالأصغر وصولا لجريلات الإمداد .

٩ ــ ١١ ــ ١ الموازنة في أنظمة التكييف ذات المجري الواحدة

الشكل (٩ ــ ٢٩) يعرض رسم توضيحي لجهاز تكييف مركزي بمجري واحدة .

وفيما يلي خطوات الموازنة : ــ

١ـــ يقاس معدل التدفق في مجرى الهواء الرئيسية **A** وذلك باستخدام جهاز أنيموميـــتر بمجـــس إلكتروني لتعيين السرعة المتوسطة $\bar{V}$ ثم نعوض في العلاقة التالية لنعين حجم الهواء المتدفق

$$Q = \bar{V} \cdot A$$

٢ـــ يقاس الضغط الإستاتيكي في مجري الهواء الرئيسية **A** باستخدام أنبوبة بيتوت **Pitot Tube** (ارجع للفقرة ٩-٢) .

٣ ــ إذا كان كلا من معدل التدفق والضغط الاستاتيكي يطابق القيم التصميمية تستمر في تنفيـذ الخطوات التالية و يجب مراجعة شد السير وجهد تشغيل المروحة وسرعة دوران المروحة وصـــولا لقيم التصميمية لمعدل التدفق والضغط الاستاتيكي عند المجرى **A**.

٤ ــ اضبط دامبر التقسيم (**1**) للوصول للتدفقات المطلوبة في الفرعين **B,G** .

٥ ــ اضبط دامبر جريلة الإمداد **2** للوصول للتدفق المطلوب .

٦ ــ اضبط دامبر جريلة الإمداد **3** للوصول للتدفق المطلوب .

٧ ــ اضبط دامبر جريلة الإمداد **4** للوصول للتدفق المطلوب .

٨ ــ اضبط دامبر التقسيم **5** للوصول للتدفق المطلوب في الأفرع **K,M** .

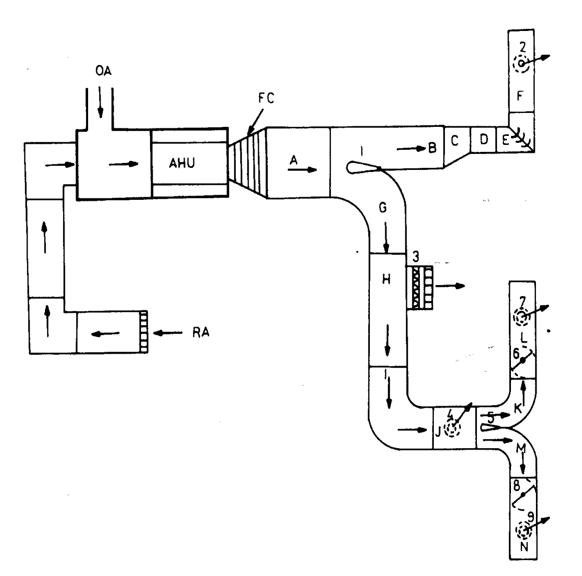
٩ـــ اضبط دامبر الاتزان **6** ثم دامبر جريلة الإمداد **7** للوصول للتدفق المطلوب .

١٠ـــ اضبط دامبر الاتزان **8** ثم دامبر جريلة الإمداد **9** للوصول للتدفق المطلوب .

١١ـــ ضع علامات علي وضع تشغيل الدامبرات النهائي .

١٢ـــ حدد أماكن صدور الضوضاء في مجاري الهواء وكذلك في الجريلات المختلفة وحاول تقليـل الضوضاء لأقل ما يمكن .

١٣ـــ اضبط ريش توجيه جريلات الإمداد للوصول لأفضل توزيع هواء في الغرفة ويمكن رؤيـــة مسارات الهواء في داخل الغرفة يتبع مسار الدخان الخارج من مصدر دخان بالغرف .



الشكل(٩-٢٩)

٩ ــ ١١ ــ ٢ عملية الموازنة في الأنظمة ذات المجرتين

في هذه الأنظمة تستخدم صناديق خلط وهي تأخذ عدة صور كما بالشكل (٩ ــ ٣٠) .

فالشكل (أ) يعرض صندوق خلط متعدد الأفرع .

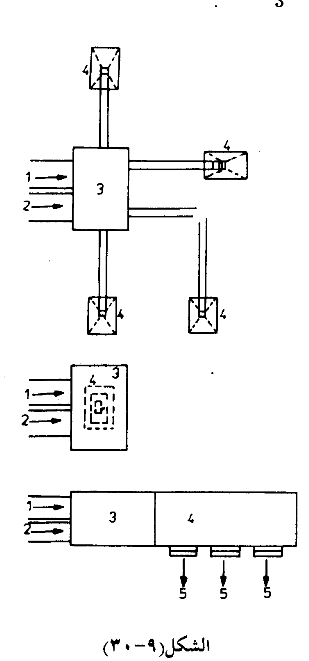
والشكل (ب) صندوق خلط بجريلة إمداد واحدة .

والشكل (ج) يعرض صندوق خلط موصل بمجري هواء .

حيث أن : ــ

مجري الهواء البارد 1 جريلة إمداد تثبت بالسقف 4

مجري الهواء الساخن 2 جريلة إمداد تثبت بالحوائط 5



الشكل(٩-٣٠)

وتتم عملية الموازنة بنفس خطوات الطريقة الأولي في نظام التكييف ذات المجري الواحدة عــدا أن ثرموستات المناطق المختلفة توضع عند أقصي وضع تبريد .

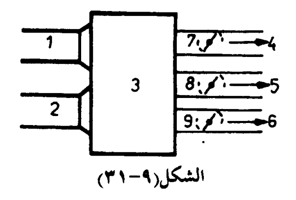
٩ ــ ١١ ــ ٣ عملية الموازنة في أنظمة التكييف المتعددة المناطق

يتم ضبط حجم هواء الإمداد لكل منطقة وكذلك الضغط الاستاتيكي لهواء الإمداد لكل منطقة بواسطة دامبر الاتزان الموجود في بداية مجري إمداد المنطقة الخارجة من صندوق توزيع المنـــاطق . والشكل (٩ ــ ٣١) يبين مخطط توضيحي لصندوق توزيع المناطق وطريقة توصيله بمجري الهواء الساخن ومجري الهواء البارد وكذلك مع مجاري إمداد المناطق .

حيث أن : ـــ

مجري الهواء الساخن	1
مجري الهواء البارد	2
صندوق توزيع المناطق	3
مجاري المناطق المختلفة	4
دامبرات اتزان مجاري المناطق	5

ثم تتم عملية الموازنة بتتبع نفس خطوات الطريقة الأولي مع ضبط ثرموستاتات المناطق المختلفة عند أقصي وضع تبريد .



الشكل(٩-٣١)

الباب العاشر
استخدام الطاقة الشمسية في عمليات التكييف

استخدام الطاقة الشمسية في عمليات التكييف

١٠ـــ ١ الطاقة الشمسية وطرق الاستفادة منها

يصل مقدار الطاقة الشمسية التي تصل إلي الأرض إلي حوالي 400 مرة قدر الطاقة المســتهلكة في الولايات المتحدة الأمريكية .

والجدير بالذكر أنه ليس كل الطاقة التي تصل إلي الغلاف الجوي لــلأرض تصــل إلي الأرض فيمكن تقسيم الطاقة الشمسية التي تصل إلي الغلاف الجوي للأرض علي النحو التالي : ـــ

١ـــ 25 % من هذه الطاقة تمتص بواسطة الغلاف الجوي للأرض .

٢ـــ 20 % من هذه الطاقة تنعكس بواسطة السحب .

٣ـــ 5 % تنعكس مباشرة من الأرض .

٤ـــ 25 % تصل إلي الأرض وهي متفرقة .

٥ـــ 25 % يمكن الاستفادة منها في الأرض وذلك بتحويلها إلي طاقة حرارية وتسمي العناصر التي يمكن أن تجمع الطاقة الشمسية بالمجمعات والتي تنقسم لقسمين وهما : ـــ

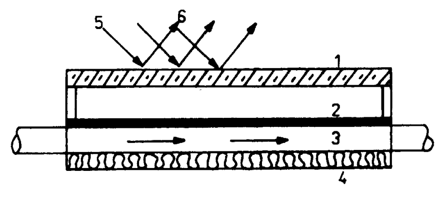
١ـــ مجمعات بلوح مفلطح **Flat – plate solar Collectors** .

٢ـــ مجمعات علي شكل قطع ناقص **Focusing Collectors** .

والشكل (١٠ ـــ ١) يعرض نموذج لمجمع بلوح مفلطح .

حيث أن : ـــ

سطح من الزجاج	1	مادة عازلة	4
سطح من النحاس الأسود	2	الأشعة الساقطة	5
ماسورة يمر بها الماء	3	الأشعة المنعكسة	6



الشكل(١٠-١)

وتصل درجة الحرارة القصوى للسطح الأسود الموجود أسفل السطح الزجاجي للمجمع اللوحي المفلطح حوالي 123 °C وهناك طريقة لزيادة درجة الحرارة التي يصل إليها السطح الأسود وهي منع تسرب الطاقة التي يعاد إشعاعها من السطح الأسود وذلك باستخدام ألواح زجاج مبطنة بشعيرات من الحديد وتصل درجة حرارة السطح الأسود إلي 600 °C .

والجدير بالذكر أنه للوصول لأفضل استفادة ممكنة من الطاقة الشمسية يجب أن يكون لوح المجمع عمودي علي أشعة الشمس وحيث أن سقوط أشعة الشمس علي الأرض تتغير خلال أوقات السنة لذلك فهناك أمرين وهما إما أن يستخدم نظام توجيه أوتوماتيكي لتوجيه ألواح المجمعات بحيث تكون عمودية علي أشعة الشمس الساقطة وهذا النظام مكلف جدا أو أن يوجه المجمع عند اتجاه معين ثابت بحيث نحصل علي أفضل متوسط للطاقة الشمسية المجمعة وتختلف هذه الزاوية باختلاف الدولة والبلد .

١٠ــ ٢ أنظمة التسخين والتبريد الشمسية

تتواجد أنظمة الطاقة الشمسية في صور مختلفة ولكن يتكون أي نظام طاقة شمسية من ثلاثة عناصر أساسية وهم : ــ

١ــ المجمع Collector

٢ــ المخزن Storage

٣ــ الموزع Distribution .

١٠ ــ ٢ ــ ١ أنظمة التسخين الشمسية

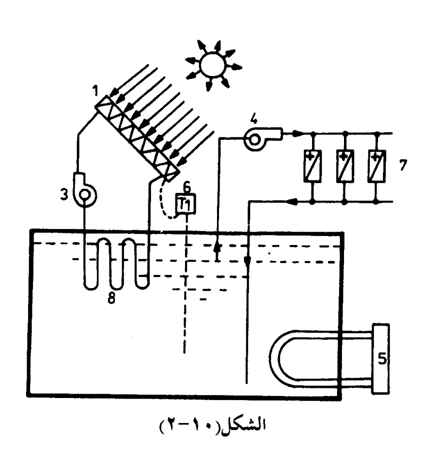
الشكل (١٠ ــ ٢) يعرض نظام تسخين شمسي مائي علما بأنه يوجد أنظمة تسخين شمسية هوائية وأيضا أنظمة تسخين شمسية مائية هوائية .

حيث أن : ــ

مجمع	1
خزان تخزين الطاقة	2
مضخة المجمع	3
مضخة الأحمال	4
وحدة التحكم في سخان كهربي	5
ثرموستات فرقي	6 .

7 الأحمال الحرارية

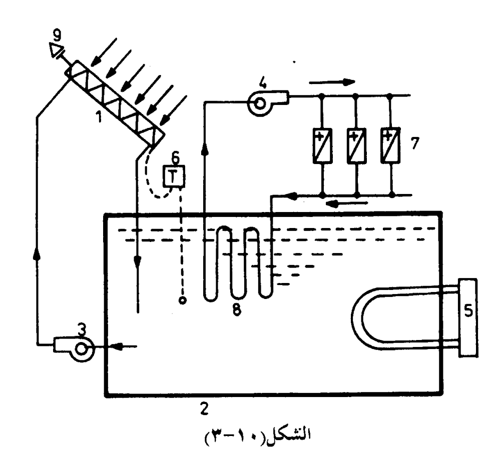
8 ملف المبادل الحراري



الشكل(١٠-٢)

ويعمل الثرموستات الفرقي T1 علي تشغيل مضخة المجمع إذا كانت درجة حرارة ماء المجمع أكبر من درجة حرارة الماء المخزن بحوالي (4 : 5 °C) ويتم تشغيل السخان الكهربي إذا لم يستطع نظام الطاقة الشمسية بالوصول لدرجة الحرارة المطلوبة .

وعادة يستخدم مخلوط من الإيثيلين والجليكول لمنع حدوث تجمد في أوقات الليل الباردة ، وهناك أنظمة تسخين شمسية مائية تستخدم ماء نقي ولكن مزود بنظام صرف وملئ أتوماتيكي للمجمع كما بالشكل (١٠ ـــ ٣) حيث أن فتحة تنفيس الهواء 9 تعمل علي التخلص من الهواء الموجود في المجمع وبمجرد توقف الوحدة يعود الماء الموجود في المجمع للخزان .

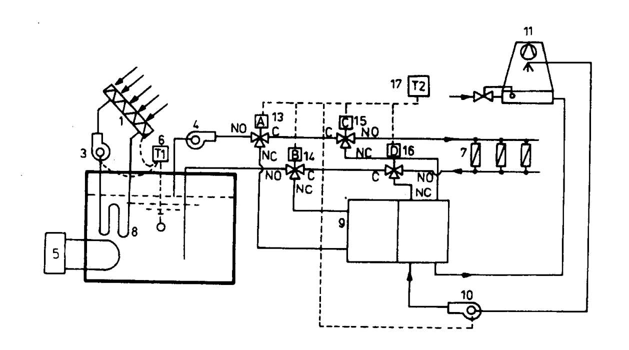


الشكل(١٠-٣)

ويلاحظ من هذه الدورة أن ملف المبادل الحراري يحمل الماء المجهز للأحمال الحرارية في حين أن خزان تجميع الطاقة يكون مملوء بالماء الذي تخزن فيه الطاقة الشمسية بخلاف الحالة السابقة .
حيث أن ملف المبادل الحراري يحمل الماء المخزن فيه الطاقة الشمسية أما خزان تخزين الطاقة الشمسية فيكون مملوء بالماء المجهز للأحمال الحرارية .

١٠ ـ ٢ ـ ٢ أنظمة التبريد بالامتصاص والعاملة بالطاقة الشمسية

الشكل (١٠ ـ ٤) يعرض مخطط توضيحي يبين أجزاء وحدة التبريد بالامتصاص والعاملة بالطاقة الشمسية .



الشكل(١٠-٤)

حيث أن : ــ

مجمع	1	المبادل الحراري الخاص بنظام الطاقة الشمسية	8
خزان تخزين الطاقة	2	وحدة عاملة بالامتصاص	9
مضخة المجمع	3	مضخة ماء تبريد المكثف	10
مضخة الماء الساخن	4	برج تبريد ماء المكثف	11
وحدة التحكم في السخان	5	مضخة الماء المثلج	12
ثرموستات فرقي	6	صمامات ثلاثية السكك	13, 14,15,16
الأحمال الحرارية	7	ثرموستات التشغيل	17

وعادة فإن وحدة التبريد بالامتصاص تحتاج لماء ساخن درجة حرارتــه 94 °C ولمزيــد مــن التفاصيل عن مثلج الماء العامل بالامتصاص ارجع للفقرة (٥ ــ ٥) .

وحتى تعمل هذه الوحدة علي توليد الماء الساخن فإن ثرموستات التشغيل T2 يقـــوم بإرســال إشارات عدم تشغيل لكلا من الصمامات 13,14,15,16 فيصل الماء الساخن من خزان تخزيــن الطاقة الشمسية 2 بواسطة المضخة 4 للأحمال .

وحتى تعمل هذه الوحدة علي توليد الماء البارد يقوم ثرموستات التشغيل **T2** بإرسال إشارات تشغيل لكلا من الصمامات **13,14,15,16** فيتغير وضع التشغيل لها فتفتح الفتحات المغلقة للصمامات **NC** وتغلق الفتحات المفتوحة **NO** فيصل الماء الساخن الخارج من خزان تخزين الطاقة الشمسية **2** إلي مولد مثلج الماء العامل بالامتصاص عبر الصمامات **13,14** ويخرج الماء المثلج الخارج من مثلج الماء عبر الصمام **15** للأحمال ويعود الماء المثلج من الأحمال عبر الصمام **16** إلي مثلج الماء العامل بالامتصاص وهكذا وأثناء عمل مضخة ماء تبريد المكثف **10** وبرج التبريد **11** .

١٠ ـــ ٣ المضخات الحرارية العاملة بالطاقة الشمسية

الشكل (١٠ ـــ ٥) يعرض الدورة الميكانيكية لنظام تكييف يعمل بالطاقة الشمسية ومزودة بمضخة حرارية .

حيث أن : ـــ

البيان	الرقم	البيان	الرمز
مجمع الطاقة الشمسية	1	صمام ثلاثة سكك	A,B,C,D,E,F
خزان الماء المحمل بالطاقة الشمسية	2	صمام سكتين	G,H,J
صمام تصريف الضغط الزائد	3	ثرموستات فرقي	T1
مثلج الماء	4	ثرموستات ماء خزان التخزين	T2
المكثف	5	ثرموستات درجة الحرارة الخارجية	T3
المبخر	6	ثرموستات الماء الخارج من خزان التخزين	T4
الضاغط	7	ثرموستات الماء الخارج من المبخر	T5
برج تبريد ماء المكثف	8	مفتاح تدفق الماء الراجع للمبخر	F1
الأحمال	9	مفتاح تدفق ماء التبريد الخاص بالمكثف	F2
خزان التمدد	10		
صمامات ثلاثية السكك	11		

نظرية عمل الدورة : ـــ

تعمل هذه الدورة علي النحو التالي :

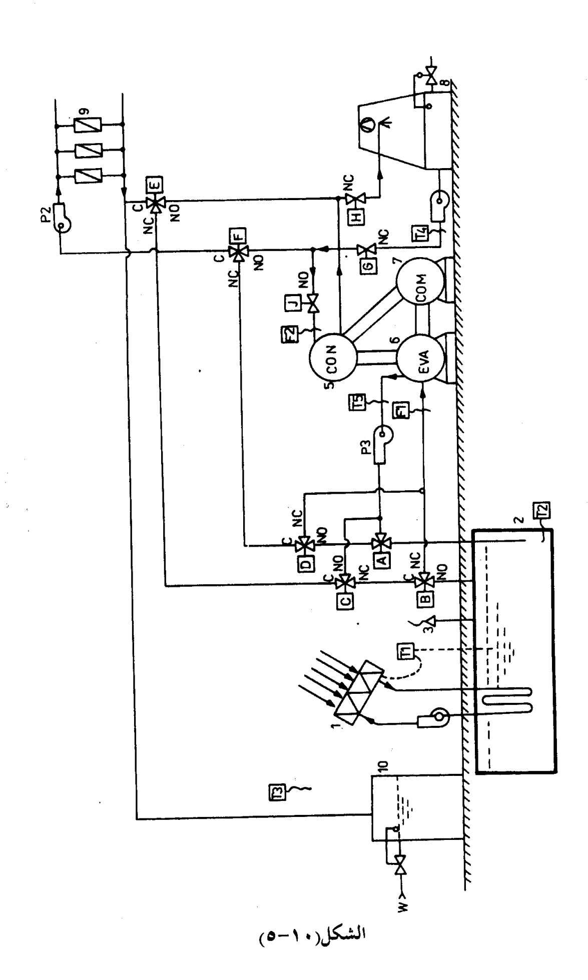
١ـــ تسخين بالطاقة الشمسية حيث تصل إشارات تشغيل للصمامات **E,F** فتنعكــس أوضــاع فتحاتها فتفتح الفتحة المغلقة **NC** وتغلق الفتحة المفتوحة **NO** ويصل الماء الساخن الموجــود في خزان مجموعة الطاقة الشمسية إلي وحدة مناولة الهواء المركزية .

٢ـــ تسخين بالمضخة الحرارية فإذا لم تكن الطاقة الشمسية المخزنة في الخزان **2** كافية للوصــول بالماء لدرجة الحرارة المطلوبة يستخدم التسخين بالمضخة الحرارية حيث تصــل إشــارة تشــغيل للصمامات **A,B** فيعمل مبخر مثلج الماء علي تبريد الماء الساخن الموجود في خزان مجموعة الطاقة الشمسية في حين أن ماء تبريد المكثف يتوجه للأحمال (وحدة مناولة الهواء المركزية) .

٣ـــ التبريد عن طريق مثلج الماء حيــث تصــل إشــارات تشــغيل لكــلا مــن الصمامــات **C,D,E,F,G,H** فيقوم المبخر بإمداد الأحمال (وحدة مناولة الهواء المركزية) بالماء المثلج ويقــوم برج التبريد بتبريد ماء المكثف .

٤ـــ التبريد عن طريق برج التبريد وذلك عندما تكون درجة الحرارة الخارجية غير مرتفعة كثــيرا حيث تصل إشارات تشغيل للصمامات **G,H,J** فيقوم برج التبريد بإمداد الأحمال (وحدة مناولة الهواء المركزية) بالماء البارد اللازم لعملية التبريد ويستخدم عادة في الليل .

وتستخدم جميع الثرموستاتات ومفاتيح التدفق للتحكم في المضخات والصمامات بالوحدة .



الشكل(١٠-٥)